UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1900-1901 — N° 9

LES

EAUX SULFATÉES

DES PYRÉNÉES FRANÇAISES

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU GRADE DE PHARMACIEN DE 1re CLASSE

Présentée et soutenue publiquement en Janvier 1901

Par Paul DIEULAFÉ

NOMS DES EXAMINATEURS : M. GARRIGOU, ✠ I., *Président.* — MM. DUPUY, ✠ I., SUIS, GÉRARD. *Assesseurs.*

TOULOUSE
IMPRIMERIE LAGARDE & SEBILLE
2, RUE ROMIGUIÈRES, 2

1901

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546517_0031

LES

EAUX SULFATÉES

DES

PYRÉNÉES FRANÇAISES

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1900-1901 N° 9

LES

EAUX SULFATÉES

DES PYRÉNÉES FRANÇAISES

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU GRADE DE PHARMACIEN DE 1re CLASSE

Présentée et soutenue publiquement en Janvier 1901

Par Paul **DIEULAFÉ**

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

NOMS DES EXAMINATEURS : M. GARRIGOU, ✠ I., *Président.* — MM. DUPUY, ✠ I., SUIS, GÉRARD. — *Assesseurs.*

TOULOUSE
IMPRIMERIE LAGARDE & SEBILLE
2, RUE ROMIGUIÈRES, 2

1901

Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

TABLEAU DU PERSONNEL

DOYEN	MM. CAUBET, ✲, ✪ I.
ASSESSEUR	DUPUY, ✪ I

PROFESSEURS.

Anatomie	MM. CHARPY, ✪ I.
Histologie normale	TOURNEUX, ✪ A.
Physiologie	ABELOUS, ✪ A.
Anatomie pathologique	TAPIE, ✪ I.
Pathologie et Thérapeutique générales	HERRMANN, ✪ I.
Pathologie interne	ANDRÉ, ✲, ✪ I.
Pathologie externe	PENIÈRES, ✪ A.
Médecine opératoire	LABÉDA, ✪ I.
Thérapeutique	SAINT-ANGE, ✪ I.
Hygiène	GUIRAUD, ✪ I.
Clinique médicale	CAUBET, ✲, ✪ I.
	MOSSÉ, ✲, ✪ A.
Clinique chirurgicale	JEANNEL, ✪ I.
	CHALOT, ✪ A.
Clinique obstétricale	CROUZAT, ✪ A.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	AUDRY.
Clinique des maladies mentales	RÉMOND, ✪ A.
Pharmacie	DUPUY, ✪ I.
Chimie et Toxicologie	FREBAULT, ✪ I.
Matière médicale	BRÆMER, ✪ I.
Histoire naturelle	LAMIC, ✪ A.

CHARGÉS DE COURS.

Anatomie topographique	MM. SOULIÉ
Physique	MARIE. ✪ A.
Chimie	GÉRARD.
Histoire naturelle	SUIS
Médecine légale	GUILHEM.
Bactériologie	MOREL, ✪ A.
Clinique des maladies des enfants	BÉZY, ✪ A.
Clinique ophthalmologique	VIEUSSE, ✲.
Hydrologie	GARRIGOU, ✪ I.
Pathologie expérimentale	MAUREL, ✲, ✪ A.
Cours élémentaire aux Sages-femmes	AUDEBERT.

AGRÉGÉS EN EXERCICE.

Pathologie interne et Médecine légale	MM. MOREL, ✪ A.
	RISPAL.
	FRENKEL.
Chirurgie	BAUBY.
	CESTAN.
Accouchements	AUDEBERT.
Anatomie et Histologie	SOULIÉ.
Physiologie	BARDIER, ✪ A.
Chimie	GÉRARD.
Physique	N...
Pharmacie	N...

Secrétaire de la Faculté ..... M. CHAUDRON, ✪ I.

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.

(Délibération en date du 12 mai 1891.)

A MES PARENTS

A MA FEMME

A MON FRÈRE

Le Docteur Léon DIEULAFÉ

Prosecteur à la Faculté de Médecine.

A MON GRAND PÈRE

M. Pierre BACCOU

Vétérinaire en 1er en retraite.

A M. LE DOCTEUR ANDRÉ CASTAN

Membre de la Société d'Urologie.

A MES AMIS

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. le Professeur GARRIGOU

Chargé de cours d'hydrologie et de minéralogie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie.

Je me fais un devoir très agréable de remercier ici tous mes maîtres de la Faculté.

M. le professeur Garrigou, qui m'a inspiré ce travail et m'a fourni les documents nécessaires pour le mener à bonne fin, a bien voulu m'honorer de la même bienveillance qu'incessamment il avait prodigué à mon frère, et c'est une double dette de reconnaissance que j'ai contracté envers lui.

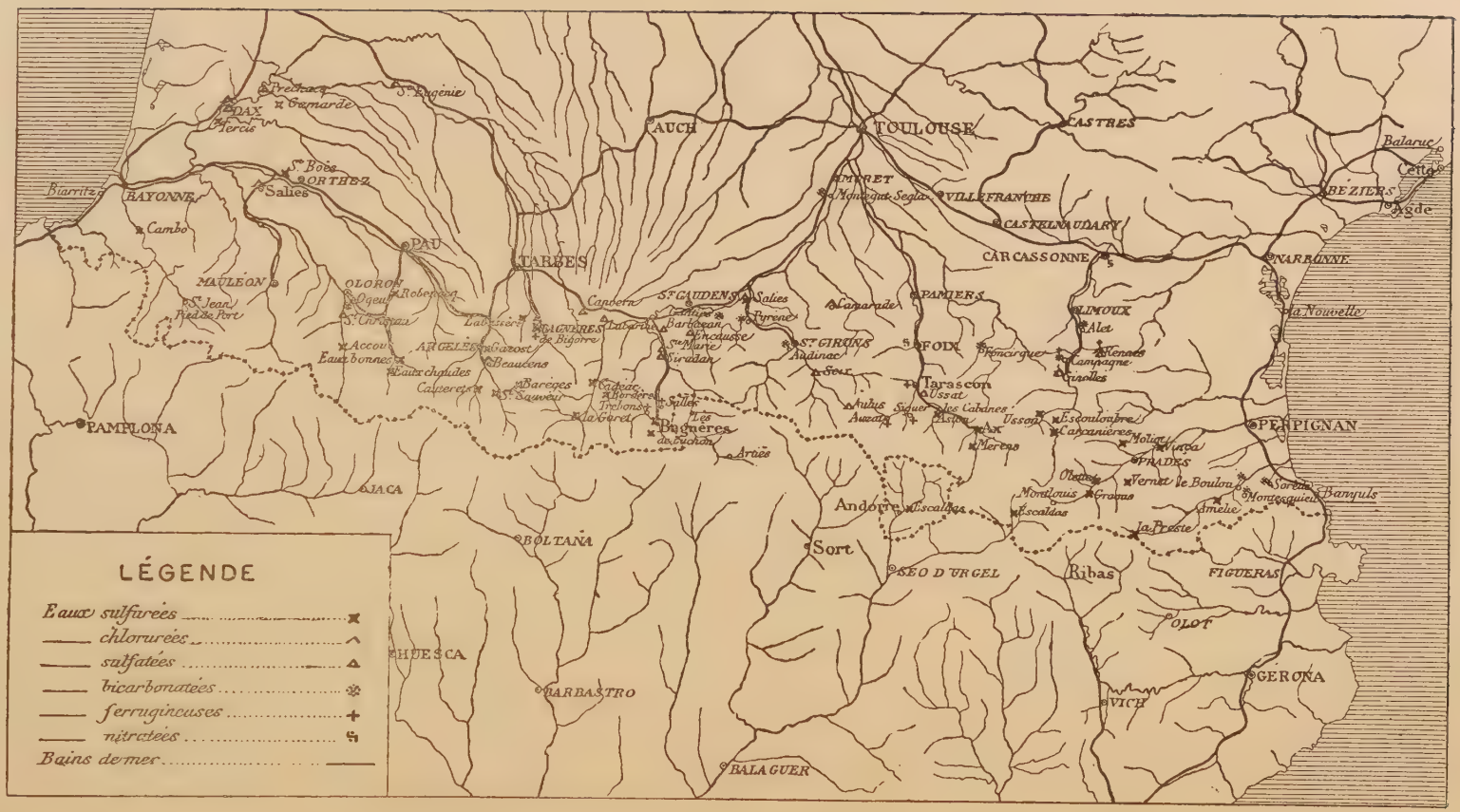
M. le professeur Dupuy, dont l'enseignement et les conseils m'ont été si précieux, peut être assuré de ma plus vive gratitude.

En M. le professeur Suis j'ai a remercier un maître bienveillant à qui je suis attaché par les plus vifs sentiments de sympathie.

M. le professeur agrégé Gérard a été mon premier maître à la Faculté ; il a complaisamment guidé mes premiers pas dans l'étude de la chimie en m'accueillant au Laboratoire des cliniques de l'Hôtel-Dieu et ne m'a jamais ménagé ses conseil éclairés ; aussi, suis-je très heureux de lui exprimer, en même temps que ma reconnaissance, mes remerciements les plus sincères.

M. le docteur Ribaut, chargé des conférences de pharmacie, m'a prouvé toute sa sympathie en me choisissant comme préparateur. J'ai à cœur de lui affirmer mon profond attachement.

A M. Th. Soulé, aide d'anatomie à la Faculté de Médecine, j'exprime mes plus chaleureux remerciements pour l'amabilité avec laquelle il m'a accordé ses talents de dessinateur.


LÉGENDE
Eaux sulfurées
chlorurées
salfatées
bicarbonatées
ferrugineuses
nitratées
Bains de mer
DAX
Tercis
Gamarde
St Eugenie
Biarritz
BAYONNE
St Boès
ORTHEZ
Salies
Cambo
PAU
MAULEON
St Jean Pied de Port
OLORON
Ogeu
Roberson
Ste Christine
Accous
Eaux bonnes
ARGELÈS
Laruns
Eaux chaudes
Cauterets
TARBES
Labassère
Barèges
St Sauveur
Gazost
Beaucens
Campan
BAGNÈRES de Bigorre
Labarthe
Cadéac
Aldmères
Trehons
la Garet
Salles
les Bagnères de Luchon
Arvès
St GAUDENS
Salies
Pyrene
Barthean
Encausse
ste Marie
Siradan
Lagarde
St GIRONS
Andinac
Seur
PAMIERS
FOIX
Tarascon
Ussat
Aulus
Auzat
Siguer
les Cabanes
Ascou
Ussat
Mérens
LIMOUX
Alet
Mirepoix
Campagne
Cirolles
Broncrigue
CARCASSONNE
NARBONNE
la Nouvelle
PERPIGNAN
Estoulonbre
Cabanières
Molitg
Vinça
PRADES
Olette
Vernet
le Boulou
Sorède
Banyuls
Montesquieu
Amélie
la Preste
Montlouis
Gramas
Escaldas
Andorre
Escaldas
Sort
SEO D'URGEL
Ribas
FIGUERAS
OLOT
GERONA
VICH
TOULOUSE
CASTRES
MIRET
Montgut
Segla
VILLEFRANCHE
CASTELNAUDARY
Balaruc
Cette
BEZIERS
Agde
TAUCH
PAMPLONA
JACA
BOLTAÑA
HUESCA
BARBASTRO
BALAGUER

LES EAUX SULFATÉES

DES PYRÉNÉES FRANÇAISES

Les Pyrénées commencent, surgissent au fond du golfe de Gascogne, pour aller se terminer au cap Creux, dans la Méditerranée.

Au Nord, leur domaine géographique est circonscrit par la Garonne et la dépression du canal du Midi; au Sud, par la vallée de l'Ebre.

Longtemps, les descriptions de cette chaîne ont été erronées; autant on a visité et décrit le versant français, autant le versant espagnol est demeuré oublié. Il a fallu des touristes intrépides, pris parmi des savants, qui, observateurs consciencieux, ont peu à peu donné des descriptions exactes, basées sur les cartes qu'ils avaient pu dresser.

Dans sa description, M. Schrader nous enseigne que, tandis que sur le versant français les chaînons s'étendent en pentes douces, en surfaces inclinées qui dominent les vallées, en pointes effilées ou dentelées qui surmontent ces pentes, et partout répandus végétation et paysages, rappelant ceux des Alpes, avec moins de hauteur, mais non moins de beautés pittoresques, sur le versant espagnol tout change ; tout y prend un aspect rude, brutal, cyclopéen, formidable : escarpements, blocs, remparts de plusieurs lieues de longueur, créneaux démesurés, épaulements qui d'un jet vont des

prairies aux neiges, contrastes de verdure intense et de nudité repoussante, d'eau ruisselante et de sécheresse africaine, de glaciers bleuâtres et de roches couleur de feu.

Dans cet immense et grandiose massif montagneux, naissent des sources thermales nombreuses, surtout répandues dans les sites délicieux de notre versant français. Et dans ces sources hydro-minérales tous les groupes sont représentés : eaux sulfurées, eaux sulfatées, eaux bicarbonatées, eaux chlorurées, eaux ferrugineuses. Elles s'éloignent en certains points des crêtes principales pour naître dans des chaînons accessoires ou des systèmes de collines qui se rattachent à la chaîne par leur origine et leur constitution géologique, ne s'en éloignant que par gradation et ne s'en séparant par aucune délimitation bien tranchée. Ces sources, avec leurs propriétés, offrent au thérapeute des ressources nombreuses ; mais pour choisir au milieu de ces richesses, il doit avoir des connaissances précises sur leur valeur respective. Car, si, par leur abondance, leur position dans un site plus ou moins remarquable, certaines sources ont conquis toutes les faveurs et ont été le point de départ de mouvements commerciaux et le berceau de stations grandioses devenues trop souvent plus mondaines que médicales, à côté d'elles il en est d'autres qui doivent être placées sur le même rang au point de vue scientifique. Les eaux sulfatées qui plus particulièrement nous occupent, prennent dans les Pyrénées une extension considérable et sont représentées dans toute l'étendue de la chaîne.

Tous les praticiens qui ont suivi des malades en médecine thermale se sont rendus compte, qu'à côté des effets relevant des eaux elles-mêmes, on en voit d'autres qui sont de puissants adjuvants et qui relèvent des facteurs extrinsèques : altitude, climat, hygiène. Aussi débutons-nous, dans notre travail, par l'étude de ces importants facteurs. Nous donnons ensuite un rapide

aperçu géologique, afin d'expliquer le gisement des sources ; nous étudions la manière de recueillir les eaux, c'est-à-dire la manière dont on les utilise ; enfin, nous exposons leur action physiologique et thérapeutique, et nous essayons de faire entrevoir quelle est la spécialisation plus particulière pour chaque station.

Pour rendre notre travail plus intéressant et pour lui donner un relief de nouveauté, M. le professeur Garrigou a bien voulu nous donner de nombreux détails inédits empruntés à ses manuscrits sur les sources que nous allons étudier.

ALTITUDE

Ces diverses stations sulfatées sont à une altitude faible ou moyenne. Quelques-unes dépassent 500 mètres; la plus élevée est de 776 mètres : la plus basse de 8 mètres.

Basses-Pyrénées....	Cambo.....	60	mètres	d'altitude.
id.	Suberlaché.....	420	id.	id.
Hautes-Pyrénées....	Bagnères-de-Bigorre	550	id.	id.
id.	Capvern.....	560	id.	id.
id.	Siradan.....	450	id.	id.
Haute-Garonne	Barbazan.....	450	id.	id.
id.	Encausse.....	360	id.	id.
id.	Thil.....	200	id.	id.
Ariège.....	Audinac.....	450	id.	id.
id.	Ussat.....	480	id.	id.
id.	Aulus.....	716	id.	id.
id.	Foncirgue.....	304	id.	id.
Aude.....	Rennes-les-Bains...	319	id.	id.
id.	Campagne.....	250	id.	id.
id.	Ginolles.....	280	id.	id.
Landes.....	Dax.....	8	id.	id.
id.	Préchacq.....	10	id.	id.
Gers.....	Barbotan.....	80	id.	id.

CLIMAT

L'étude d'un climat nécessite des observations soignées, précises, continues pendant une longue suite d'années, si l'on veut en tirer des conclusions ayant une réelle valeur scientifique. Dans ces observations, il faut établir la topographie du lieu : latitude, longitude, heure, déclinaison magnétique, altitude ; la pression barométrique et ses variations ; la température et ses oscillations ; l'hygrométrie, la pluviométrie, l'état du ciel, la direction des vents ; et cette longue énumération nous explique que ces études ne soient à la portée que d'une minorité de savants qui peuvent séjourner longtemps dans les endroits qu'ils étudient. Aussi, ne faut-il pas s'étonner si nous n'avons que des renseignements fort incomplets sur la plupart des stations hydrominérales et si le nombre de celles qui ont fait l'objet d'études approfondies est encore très restreint.

Nous avons pu noter l'altitude du plus grand nombre des stations qui entrent dans notre étude et pour la majorité, c'est à cette indication que se bornent les renseignements climatologiques.

Grâce aux travaux de M. le docteur Gandy sur Bagnères-de-Bigorre, de M. le docteur Juanchuto sur Cambo, de M. le docteur Barthe de Sandfort sur Dax, nous pouvons être plus complets sur ces diverses stations.

Bagnères-de-Bigorre. — Latitude 43°3'54'' ; longitude (Ouest) 2°11'22''. Placée dans une vallée qui court du Sud-Sud-Est au Nord-Nord-Ouest, s'ouvre au Nord en s'élargissant de plus en plus. Arrosée par l'Adour qui court dans le sens de la vallée. Pression barométrique 714^{mm} ; descend rarement au-dessous de 700^{mm} ; et dans les plus hautes pressions, ne dépasse guère 720^{mm}. Tem-

pérature moyenne 11°, les écarts thermiques, durant ce qu'on peut appeler la journée médicale, c'est-à-dire de 8 heures du matin jusqu'avant le coucher du soleil, ne dépassent pas 2°54. La moyenne hydrométrique est de 67, tandis qu'elle est de 60 dans les climats secs et de 80 dans les climats humides. La moyenne pluviométrique est de 1200^{mm}; l'époque la plus pluvieuse va de mars en juin. Les jours couverts et les jours serins partagent l'année en deux moitiés; les jours de brouillard sont très rares.

Maxwell-Lyte a signalé dans l'atmosphère deux courants réguliers, constants et alternatifs qui suivent la vallée dans sa longueur et marchent en sens inverse; le matin, de 4 heures à 7 h. 1/2, le vent souffle du Sud-Sud-Est; de 7 h. 1/2 à 9 h. 1/2, calme complet: de 9 h. 1/2 à 5 heures du soir, brise du Nord au Sud; de 5 heures à 8 heures, calme, puis de nouveau vent de la montagne. Le beau temps s'établit avec les vents Nord-Est et Est-Nord-Est; les orages sont apportés par les vents Sud et Sud-Ouest.

Hiver court, printemps pluvieux, été tempéré, automne doux.

Cambo. — Situé sur un plateau de 2 kilomètres d'étendue. Température moyenne de l'hiver, de 7° à 9°. Les pluies sont fréquentes, mais ne sont jamais froides. Avec les vents d'Est et du Nord arrive le temps beau et sec; avec les vents d'Ouest, la pluie. Neige rare; pas de brouillards.

Dax. — Egalité relative de la température. Vents Ouest ou Nord-Ouest tièdes. Hygrométricité marquée, augmentée par les vapeurs des sources créant une sorte d'atmosphère artificielle chaude; existence de l'ozone dans cette atmosphère qui est douce et tiède et a une action sédative très marquée; aussi on s'explique que les névropathes y séjournent avec succès.

Le climat est très doux pendant l'hiver ; les phtisiques au début y séjournent avec fruit.

Préchacq. — Présente un climat aussi doux et aussi tempéré.

Capvern, **Barbazan**, **Siradan**, **Encausse**. — Se trouvent dans des vallons abrités des vents. Le vent d'autan ne s'y fait sentir que lorsqu'il acquiert une très grande violence dans la plaine de Toulouse. On a à peine un ou deux jours de vent, alors qu'à Toulouse il souffle pendant plusieurs semaines de suite. L'autan ou vent du Sud-Est est chaud, sec, violent, énervant ; il a une action défavorable sur les névropathes et les débilités, aussi ceux-ci ont-ils tout intérêt à se soustraire à son influence. Le vent du Nord-Ouest est moins violent, plus humide, précurseur des pluies. Un troisième vent, septentrional, très froid, cause des gelées tardives. Le climat est très capricieux, il présente des variations brusques dans le passage des saisons. L'hiver, peu rigoureux mais humide, se confond avec le printemps et est remplacé par un été brûlant. L'automne est, en général, assez beau.

Mais ces diverses stations sont situées dans des coins très ombragés, où la température n'est jamais excessive et l'été y est très bien supporté ; aussi peut-on y séjourner sans rencontrer beaucoup de mauvais jours, depuis mai à novembre.

La température moyenne de l'hiver est de 4° 1 à 5° 4. Celle de l'été, de 19° à 20°.

La moyenne des pluies observée à Saint-Gaudens, dont le climat est celui de ces stations, est de 0,819. Le nombre des jours de pluie varie de 110 à 136 ; la neige n'apparaît que dans les hivers rigoureux; les brouillards sont rares.

Audinac, Aulus. — A Audinac et surtout à Aulus, le climat est froid en hiver, mais il est tempéré au moment

de la saison thermale; le séjour de l'été y est très agréable. On y trouve beaucoup de fraîcheur et les variations de température ne sont pas très grandes. Aulus est la station sulfatée située à la plus haute altitude ; on y trouve nettement le climat des montagnes.

Ussat. — Ussat est situé dans une vallée bien abritée, ouverte aux vents du Nord-Ouest qui se brisent contre la montagne voisine et diminuent ainsi de violence. La température de juin varie de 12° à 36°.

La moyenne de la pluie est de 0,678.

L'Ariège arrose cette vallée très étroite et l'ombrage très épais en accroît la fraîcheur. D'ailleurs, dès 4 heures du soir, en plein été, la température baisse et on jouit de soirées très fraîches.

Rennes-les-Bains, Campagne, Ginolles, Foncirgue. — Sont situés dans un climat sec, orageux, peu froid. Le vent du Nord, sorte de mistral, y souffle, mais avec moins de violence que dans le bassin méditerranéen. L'été est très chaud, mais les matinées et les soirées sont fraîches ; les orages fréquents viennent adoucir la température.

Thil, Barbotan, Castera-Verduzan sont dans un climat des plus tempérés, avec, cependant, du vent d'autan assez fréquent et des jours de pluie variant de 120 à 130.

HYGIÈNE

Dans les stations pyrénéennes sulfatées, le climat, l'altitude, le site généralement ombragé, frais, calme, placent le malade dans d'excellentes conditions hygiéniques. Partout des excursions nombreuses et variées constituent une distraction des plus saines.

La population indigène, robuste, a rarement connu

les grandes épidémies de choléra, variole, etc. La tuberculose a été introduite en maints endroits par les habitudes d'émigration. Les goitreux sont de plus en plus rares.

A l'établissement thermal, les malades ne trouvent pas partout l'aménagement idéal, l'aménagement conçu d'après les règles de l'hygiène.

Les établissements que l'on doit mettre en tête au point de vue de leur installation hygiénique sont ceux de Bagnères-de-Bigorre, de Dax (Thermes et Baignots), de Cambo, de Capvern. Dans ces établissements, les températures intérieures sont bien aménagées, le lessivage du sol peut être fait sans que l'humidité s'accumule dans les murs. Les chambres de bains sont toutes précédées de déshabilloirs sains et généralement bien séparés de la chambre par des murs pleins ou par des cloisons complètes. L'aération des thermes est bonne et sans courant d'air. Le jour est très bien aménagé dans chaque cabine.

Dans d'autres établissements (Préchacq, Aulus, Ussat, Barbotan, Encausse, Siradan, Barbazan, Rennes), l'aménagement, sans être parfait, présente cependant des qualités sérieuses de propreté, d'aération et de clarté.

Mais à côté de ces stations, il en est d'autres dont l'installation est rudimentaire et serait à refaire.

GÉOLOGIE ET GISEMENT

Les systèmes cambrien, silurien, dévonien, permien et carbonifère sont assez largement représentés dans l'intérieur de la chaîne des Pyrénées. En superposition directe avec le noyau cristallophyllien se trouve une formation paraissant correspondre aux schistes et phyllades de Saint-Lô ou mieux au cambrien, et désigné sous le nom de dalle. Dans presque toute l'éten-

due de la chaîne on trouve cette disposition là où naissent des sources sulfureuses. La dalle acquiert de l'importance par les nombreux gisements minéraux dont elle est le siège.

Les terrains paléozoïques qui viennent au-dessus du cambrien n'ont qu'une importance secondaire au point de vue hydro-minéral ; ils donnent naissance à un certain nombre de sources ferrugineuses.

A la base de la série secondaire, au-dessus des terrains paléozoïques, vient le trias, dont l'importance est grande dans les Pyrénées et encore davantage dans les chaînons annexes : Corbières, Béarn, Chalosse, petites Pyrénées. Le trias se présente avec trois couches comme en Franche-Comté et en Provence : le grès bigarré, qui souvent repose sur les grès et poudingues permiens, dont il faut bien le distinguer ; le muschelkalc, représenté par des calcaires dolomitiques ; les marnes irisées, avec de fréquents dépôts de gypse.

Dans la montagne, les formations triasiques constituent de petits bassins allongés parallèlement à l'axe de la chaîne et s'y présentent avec les trois termes complets.

Dans la plaine, elles apparaissent par failles au milieu d'assises plus récentes, crétacées ou nummulitiques, et sont rarement complètes.

Les pointements triasiques des Pyrénées ont un caractère général, celui d'être dirigés en sens parallèle à la chaîne et sur de longues étendues, ce qui explique la situation des sources qui en dérivent. Le trias apparaît, par failles, vers la limite de la montagne et de la plaine ; et c'est à ce niveau que surgissent des sources telles que Cambo, Bagnères-de-Bigorre, Capvern.

C'est du trias que naissent les sources chlorurées sodiques et sulfatées calciques et magnésiennes.

Dans la chaîne des Pyrénées, on voit les sources sulfureuses émerger dans le centre vers la naissance des vallées : les sources sulfatées, comme nous l'avons

déjà dit, à l'union de la montagne et de la plaine ; les sources chlorurées, dans des régions intermédiaires.

Remontons une vallée, comme celle de Luchon, par exemple, nous voyons, dans le bas de la vallée, au niveau de Labarthe-de-Rivière, des eaux salines simples (terrain tertiaire) ; au niveau de Barbazan et de Siradan, des eaux salines sulfatées (terrain secondaire) ; à Salles et Cazarilh, des eaux ferrugineuses (terrain de transition) ; enfin, à Luchon, des eaux sulfurées chaudes (granit).

Si l'on étudie une chaîne de montagnes avec roches cristallines, plutoniques et volcaniques visibles, on ne tarde pas, dit M. François, à remarquer que les eaux de même nature sont groupées de la même manière que les roches éruptives ; on observe également que pour des eaux d'une nature déterminée le voisinage de certaines roches y introduit des matières propres à d'autres eaux thermales dont cette roche est congénère.

C'est ainsi que les sources sulfatées, qu'elles naissent du silurien, du trias ou du jurassique, sont presque toujours connexes de massifs ophitiques. Cette relation entre les dépôts d'ophite et les sources sulfatées a été surtout mise en évidence par Dufrenay et par François. L'ophite forme des amas irréguliers au milieu de sédiments de toute nature. L'apparition de ces roches paraît se rapporter à la période des premières formations crétacées pour aller jusqu'au miocène. D'apparence granitoïde, composée d'éléments basiques magnésiens qui présentent comme variétés la diorite, l'amphibole et la lertholite.

Souvent décomposées en terre jaunâtre, ces roches sont presque toujours accompagnées par des argiles vertes ou rouges, très riches en gypses cristallisés. On y trouve également du fer, du sel gemme, du quartz et même de l'épidote.

Les sources sulfatées qui doivent particulièrement nous occuper sont disséminées en assez grand nombre

dans toute l'étendue de la chaîne des Pyrénées. On en trouve quelques-unes qui prennent directement naissance dans le terrain triasique et plus particulièrement dans les marnes irisées. Tels sont les gisements de Suberlaché, de Siradan et de Sainte-Marie.

Mais, dans la plupart des cas, les sources sulfatées émergent de terrains plus récents que le trias, principalement du jurassique ou du crétacé. Mais cette émergence en plein terrain crétacé n'empêche pas les sources de venir du trias; c'est ce que l'on constate à Bagnères-de-Bigorre, où un peu en arrière des sources le col du mont Bédat met à jour des roches caractéristiques, des marnes irisées ainsi que des gîtes d'ophite.

A Capvern, les sources de Hount-Caoude et le Bouridé, ainsi que la source de Labarthe-de-Neste dépendent de pointements triasiques et ophitiques situés près d'Avezac.

A Siradan, Sainte-Marie, les affleurements triasiques se prolongent vers Moncaup et Arguenos au pied du pic de Gars, et rendent compte de l'existence des nombreuses sources sulfatées, calciques et magnésiennes de Barbazan, Labarthe-de-Rivière, Encausse, Couret, Ganties et Saleich.

Puis, à partir de la vallée du Salat, en allant vers l'Est, le trias apparaît avec ses trois termes. M. l'abbé Pouech l'a décrit, reposant sur des grès permiens, vers le Sud et recouvert, vers le Nord, par l'infralias. Puis, de Saint-Girons il constitue des coteaux en allant vers Foix, par Primont, Castelnau, Labastide-de-Sérou, et nous avons pu nous rendre compte de l'importance qu'ont les assises triasiques sur cette étendue de terrain longue de plus de 30 kilomètres.

Au nord-est de Saint-Girons, à quatre kilomètres dans la commune de Montjoy, la source d'Audinac émerge de cette bande.

A trois kilomètres au sud de Tarascon, dans la vallée de l'Ariège, se trouve Ussat; les sources émergent de

l'important massif de calcaires jurassiques, mais non loin de là, dans la vallée d'Arnave, à quatre kilomètres d'Ussat, paraissent les marnes irisées contenant d'importants amas de gypse.

En comparant les gisements des Alpes et des Pyrénées, M. Jacquot dégage l'idée générale que, dans les Alpes, les gisements triasiques sont plus riches en chlorures, tandis que dans les Pyrénées ce sont les sulfates qui dominent. Seules, les eaux de Contréxeville, se rapprochent de celles des Pyrénées.

Dans les Corbières, les sources naissent presque toutes dans les marnes irisées ; dans la vallée de Sougraine, on constate les assises les plus caractéristiques de l'étage supérieur du terrain Keupérien, plusieurs sources émergent en ce point ; les eaux de Ginolles, naissent d'une bande analogue, ainsi que celles de Rennes. La source de Foncirgue est en plein terrain nummulitique. La Chalosse, située à une grande distance de la chaîne, est formée par de grandes rides crétacées et nummulitiques, accompagnées par des pointements de terrains triasiques; et ces pointements, entrecoupés de failles, expliquent le grand nombre de sources dans cette région. Les sources de Dax prennent toutes naissance dans la partie nord de la ville, le long de l'Adour. Elles suivent, sur un kilomètre, le cours du fleuve, Est-Ouest, puis on rencontre le massif ophitique ; les marnes irisées ne paraissent que par lambeaux.

Dans la partie septentrionale du département du Gers naissent des sources qui constituent un groupe au nord du Béarn et de la Chalosse qui se rattache à la chaîne pyrénéenne. Aux abords du pointement crétacé de Lavardens, naissent les sources de Castera-Verduzan, du Masvia et de Lavardens. Dans le vallon de Luby, naissent celles de Barbotan.

Toutes ces sources sont situées le long d'une grande ride crétacée de 75 kilomètres de long, étendue de

Roquefort à Lavardens. La région se présente sous la forme d'un plateau découpé par une série de vallées disposées en éventail.

La constitution géologique est des plus simples, la puissante assise de marnes lacustres qui s'étend à la surface du haut Armagnac est profondément ravinée vers l'Ouest par les sables et les calcaires de la molasse.

C'est dans la profondeur qu'il faut chercher la raison d'être de ces sources, et la ligne selon laquelle elles sont disposées, peut faire soupçonner d'importants pointements triasiques.

A Thil, les eaux naissent dans le miocène supérieur.

Pour arriver à leur émergence, les eaux sulfatées suivent, dans les entrailles de la terre, une marche ascendante ou descendante, c'est-à-dire qu'elles viennent des profondeurs de la croûte terrestre ou de la surface. Les premières sont généralement chaudes, les autres sont froides. La manière dont se forment les sources sulfatées explique que ces eaux tirent leur origine d'un centre particulier de la série des dépôts qui forment l'épaisseur de la croûte terrestre.

L'étude des sources sulfatées est chose facile à faire, car les eaux de cette espèce y sont relativement rares. Les substances sulfatées que les eaux trouvent à entamer et à dissoudre dans les profondeurs du sol primitif, sont limitées. C'est à peine si dans toute la longueur de la chaîne pyrénéenne on rencontre, dans les terrains de transition, un ou deux gisements de gypse magnésien. C'est donc ailleurs qu'il faut chercher la véritable origine des eaux sulfatées, surtout des eaux sulfatées fortes et ascendantes, et nous avons vu dans quels terrains s'en font les gisements. Mais, parmi les eaux pauvres en acide sulfurique, il en est cependant pour lesquelles on doit faire la classe des eaux sulfatées faibles. Parmi ces eaux, il en est qui sont plus intéressan-

tes que les autres et dont nous devons dire un mot ; ce sont les eaux qui, primitivement sulfatées à doses faibles, deviennent sulfurées dans les profondeurs, et redeviennent sulfatées par suite de circonstances particulières. En voici l'explication : les eaux météoriques de la surface s'infiltreraient peu à peu par capillarité, dans l'épaisseur de l'écorce terrestre, en y dissolvant une certaine quantité de substances, parmi lesquelles les sulfates et diverses matières organiques. Descendant dans les profondeurs, elles arriveraient, toujours capillairement, à un niveau tel, que les températures et les pressions qui y règnent et dont nous ne nous faisons qu'une idée inexacte, transformeraient les sulfates en sulfures en les désoxydant. Ces eaux, ainsi transformées, nous reviendraient, grâce à un phénoméne physique de pression que nous n'avons pas à étudier ici, pour subir, à la surface du sol et au contact de l'air, une transformation nouvelle, qui ramènerait par oxydation les sulfures à l'état de sulfates et redonneraient ainsi à l'eau sa composition primitive.

Nous avons vu les véritables eaux sulfatées fortes réparties dans les terrains secondaires. En effet, les grands dépôts de sulfates alcalino-terreux ont surtout été produits dans les premiers temps de la période secondaire. C'est à la base du lias, dans les trias, qu'existent ces dépôts. Les recherches de Virlet, de Magnan, de M. Garrigou et plus tard de M. le professeur Dieulafait, l'ont mis hors de doute, pour les Pyrénées. C'est en traversant les couches de ces dépôts que les eaux dissolvent les quantités considérables de sulfates de chaux et de magnésie qui leur font donner avec raison, le nom de sources sulfatées.

Aux points où le trias est profondément placé, les eaux sont chaudes ; si, au contrare, par suite des évolutions géologiques et des dislocations de la croûte solide du globe, le trias se trouve en un point élevé de cette croûte, les eaux sont froides.

Les eaux provenant des terrains tertiaires et récents (Labarthe-de-Neste, Montaigut-Ségla), sont sulfatées légères.

Dans les localités de la plaine où le gypse fait partie des terrains constituant le sol ou le sous-sol (Castelnaudary, Mas-Saintes-Puelles) et dans celles où le terrain, sans être gypseux est cependant assez sulfaté, les eaux d'alimentation des fontaines, se ressentent toujours de la présence de ce produit minéral qu'elles dissolvent avec une si grande facilité.

CAPTAGE DES EAUX

L'art de capter les eaux, à en juger par de nombreuses traces qui subsistent, est d'origine ancienne. Pendant la période gallo-romaine, le culte des sources florissait. Cet art a eu ses ingénieurs spéciaux ; et l'ingénieur gallo-romain avait ses règles pour la mise à découvert et le captage des sources thermales. Il procédait souvent par une découverte à ciel ouvert, à front vertical et plate-forme horizontale, placée soit à flancs de coteau, soit perpendiculairement au thalweg du lieu des sources. C'est à la plate-forme que, sur les points découverts, il fonçait des puits à la roche, ou implantait des tubes et colonnes de captage.

D'autres fois, il consolidait l'émergence par des massifs de retenue. Tous les travaux de captage d'eau minérale de l'époque gallo-romaine, se distinguent par des conditions de stabilité et de durée qui leur ont permis de servir depuis la connaissance de l'usage de ces eaux, jusqu'au commencement du siècle. C'est encore de puits romains qu'on se sert à Barbazan et à Labarthe-de-Rivière.

Depuis 1830, on a commencé à rechercher les sources, à les capter de façon plus perfectionnée. A la dé-

couverte en roche par tranchées ou par foncements de puits, on a ajouté la galerie souterraine qui permet de s'étendre et d'explorer avec rapidité sur une grande surface. L'exploration de niveau n'était pas suffisante, il fallait agir en profondeur, d'où le foncement de puits plus profonds, d'où également le recours à la sonde. Les captages de Barbotan et de Préchacq sont des exemples de cette dernière méthode.

Enfin, le drainage vertical et la pression hydraulique, mode qui consiste à soutenir et à équilibrer l'eau minérale dans sa marche ascendante, par les eaux minérales, a reçu une des plus remarquables applications à Ussat.

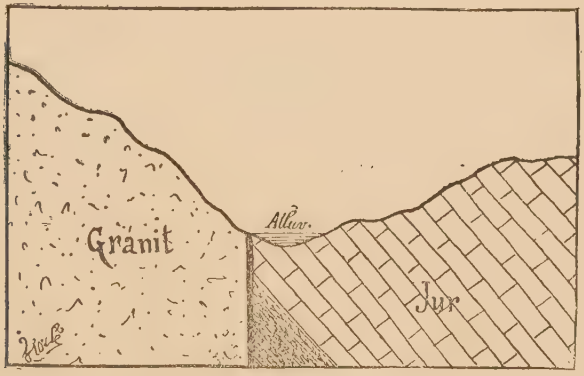
En 1867, M. François distinguait plusieurs classes de captage : les travaux à la sonde ; les travaux par puits et par tranchées, avec embranchement à l'émergence (Ussat, source de la rive gauche) ; les travaux par galerie de niveau à la roche avec embranchement à l'émergence (Capvern-Bouridé, Campagne) ; travaux par semelle de béton avec colonne de captage à l'émergence (Dax, Siradan).

GÉOLOGIE DES DIVERSES RÉGIONS DE SOURCES SULFATÉES

Captage de ces Sources.

Nous allons étudier pour chaque station la constitution géologique de la région où émergent les sources, et nous ferons connaître les travaux de captage qui ont été exécutés.

Cambo. — Au sud de Cambo se développent les granits, type de Labourd, et brusquement au nord de la



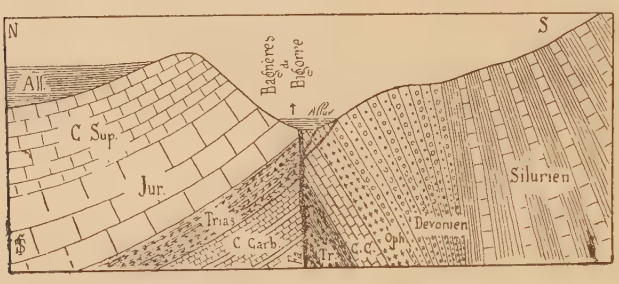
Géologie de la région de Cambo.

Nive apparaissent les terrains jurassiques sous lesquels existe le trias avec des gypses exploités dans la région. Il était donc naturel de penser qu'il existe une grande cassure de l'écorce terrestre, avec faille, mettant directement en contact les granits avec les calcaires secondaires et le trias (M. le professeur Garrigou a démontré

ce fait au Congrès de l'association pyrénéenne de 1890). C'est dans cette faille qu'arrivent d'une profondeur peu considérable les sources de Cambo.

L'eau émerge du calcaire jurassique par une fissure fort large, sur laquelle on a construit un vrai bassin d'emmagasinage dans lequel l'eau monte par sa propre force ascensionnelle, de manière à pouvoir fournir constamment à la buvette. Des appareils élévatoires l'amènent à des réservoirs supérieurs pour le service des douches et des bains.

Bagnères-de-Bigorre. — Les sources de cette station sont d'une abondance extraordinaire ; elles émergent



Géologie de la région de Bagnères-de-Bigorre.

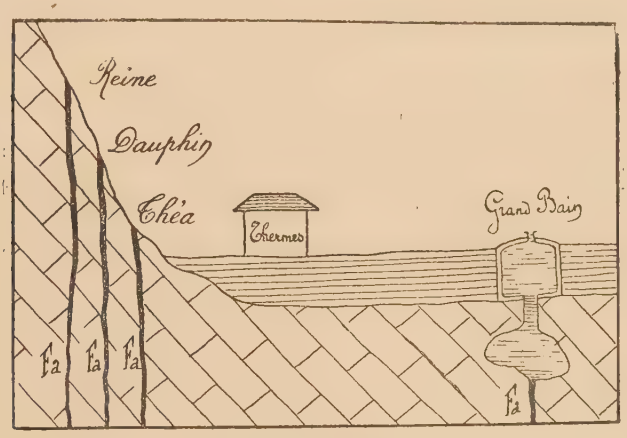
dans le terrain jurassique. La partie supérieure des montagnes du Sud et des coteaux du Nord présentent en série normale tous les terrains secondaires, depuis le crétacé supérieur jusqu'au trias et même jusqu'au permien et au carbonifère. Le bas-fond de la vallée est occupé par le terrain jurassique et c'est dans ce dernier que gisent les sources thermales, souvent au voisinage de l'ophite. Au nord de Bagnères-de-Bigorre, à Pouzac, ces sources ont déterminé des phénomènes de transformation des roches préexistantes, qui offrent un intérêt tout spécial. Par des apports minéraux, à des époques géologiques relativement récentes, les eaux

thermales ont déterminé la formation de roches feldspathiques et amphiboliques devenues classiques.

Les sources sont divisées en deux groupes, d'après leur gisement : celles qui naissent dans les failles supérieures à l'établissement et celles qui naissent dans le bas-fond.

1° Sources naissant dans les failles supérieures : La Reine, le Dauphin, sont les plus importantes. Elles sont recueillies dans les bassins tout à fait élevés et servent aux douches, aux étuves et aux bains, en coulant directement de l'ouverture de la faille dans les canaux d'amenée ;

2° Les sources naissant dans le bas-fond de la vallée sortent de la roche par des orifices plus ou moins



Principaux captages de Bagnères-de-Bigorre.

ouverts et se répandent dans la masse alluvienne. Autrefois, elles alimentaient ainsi des quantités d'établissements.

M. le professeur Garrigou, officiellement chargé par la municipalité de faire le captage de ces sources, put annoncer à l'avance au conseil municipal qu'en faisant un captage complet de la source du grand bain il dessècherait plusieurs petits établissements, tels que les bains

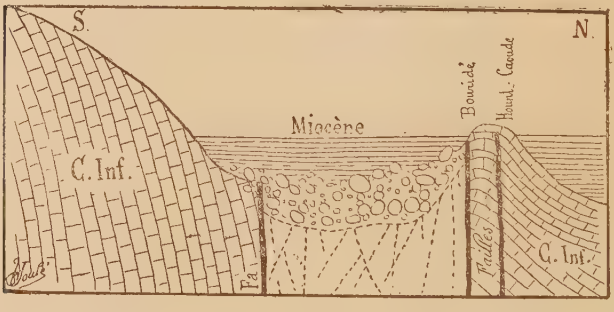
Couzier, ceux du voisinage, ainsi que les bains de la Santé.

Le conseil municipal ayant accepté la responsabilité de cette opération, M. Garrigou l'exécuta, et ce qu'il avait prédit arriva. Plusieurs petits établissements appartenant à des particuliers furent mis à sec. M. François a fait le captage de toutes les sources supérieures.

Les eaux de l'établissement de Salut sont captées dans la roche en place. MM. Garrigou et Genreau, consultés pour savoir s'il était possible d'augmenter le volume de l'eau de cette source, répondirent affirmativement, mais s'opposèrent à tout travail de ce genre dans la crainte de voir la source de Salut, si précieuse pour Bagnères, s'altérer par des infiltrations ou se perdre.

De nombreux établissements particuliers sont allés dans le cœur de la ville chercher leur eau d'alimentation dans le sous-sol de la vallée, littéralement imbibé d'eau thermo-minérale.

Capvern. — Le calcaire crétacé inférieur aptien fait une sorte de saillie au milieu du plateau de Lanne-



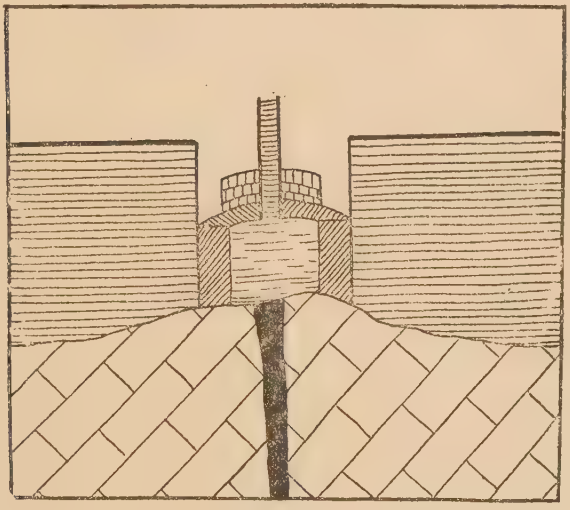
Géologie de la région de Capvern.

mezan, bordé et surmonté de toutes parts par les argiles caillouteuses glaciaires de l'époque tertiaire. C'est dans ce pointement de calcaire aptien que naît la source de

Hount-Caoude, remplissant des creux de la roche, sortes de cavernes dans lesquelles elle arrive par des fractures cachées dans les profondeurs du calcaire.

La source du Bourridé, toute voisine, naît également dans ce même calcaire aptien et au voisinage des schistes albiens. Pour faire le captage de la source et arriver jusqu'à la cheminée ascensionnelle, M. l'ingénieur Perlin a traversé une épaisseur considérable (18 à 20 mètres) d'une masse argilo-caillouteuse dans laquelle existent d'énormes blocs de granit. M. Garrigou a reconnu là un lambeau de moraine glaciaire très ancienne appartenant probablement à une époque tertiaire antérieure à la formation des argiles du plateau de Lannemezan et restée là en place comme témoin incontestable du passage d'un glacier de cette époque.

Les sources sont la Hount-Caoude et le Bouridé. Les



Captage de la Hount-Caoude.

deux sources naissent dans le terrain crétacé inférieur et sont captées directement dans la roche en place. Toutes deux ont un débit très considérable. Elles sont ascendantes.

Le captage de la Hount-Caoude est fait au moyen d'un chapeau de maçonnerie rèposant sur la roche et dans lequel on fait monter la source par sa propre force, jusqu'à son déversoir et à la buvette, dans l'établissement ancien. L'eau de la Hount-Caoude descend de cet établissement au nouveau. Le volume de l'eau est tel, que cette eau minérale même fait mouvoir une pompe qui puise l'eau au déversoir et la monte jusque dans des réservoirs assez élevés pour desservir avec une pression suffisante les douches et l'hydrothérapie, côté dames et côté hommes.

Le captage du Bouridé, traverse un dépôt morainique

Captage du Bouridé.

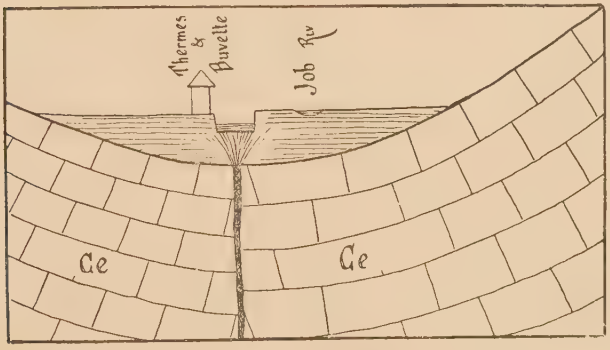
par le moyen d'une galerie débouchant dans la faille même à travers laquelle monte l'eau, se mélange en temps d'orage aux eaux pluviales, mais en petite quantité.

Labarthe-de-Neste. — Le captage est fait dans les dépôts morainiques tertiaires du plateau de Lannemezan et constitués par des argiles et des granits erratiques.

Labarthe-de-Rivière. — Les sources naissent au pied de petits coteaux constitués par des calcaires compacts

des assises tertiaires. Assez abondantes, elles sont recueillies dans des réservoirs creusés dans la roche elle-même, où elles arrivent par le suintement de la paroi. Ces captages remontent à l'époque romaine. L'eau est directement puisée dans ces réservoirs par des machines qui permettent l'alimentation de la buvette et des bains.

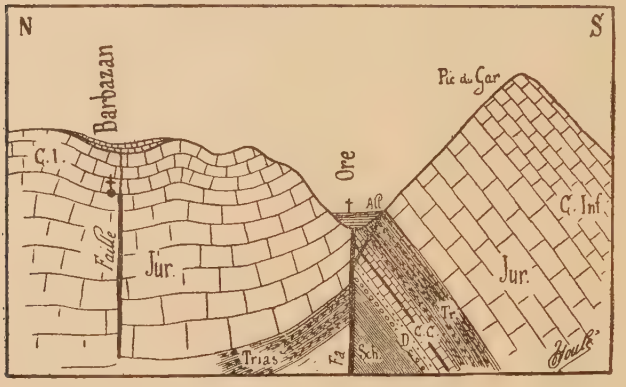
Encausse. — C'est du terrain crétacé supérieur que sortent les eaux d'Encausse ; elles ont un trajet ascendant et vont, par une faille, naître dans les alluvions du Job. Ces eaux, en équilibre stable avec les infiltrations du Job, gardaient un niveau supérieur à la couche d'eau



Géologie et captage d'Encausse.

de ces infiltrations. Mais il y a une trentaine d'années, on voulut augmenter le débit ; ces travaux, comme bien d'autres, démontrèrent qu'on ne doit jamais pratiquer de captages intempestifs dans les terrains meubles, car on risque d'amoindrir le naissant au lieu de l'augmenter. Dans le cas d'Encausse, l'équilibre entre les eaux minérales et les eaux d'infiltration fut rompu, mais les naissants sont restés suffisants pour l'alimentation de l'établissement. L'eau arrive directement dans un grand bassin d'où elle est distribuée.

Barbazan. — Les eaux de Barbazan naissent dans le crétacé inférieur qui surmonte le système jurassique et probablement le trias, dans lequel doivent se minéraliser ces sources. Tout l'ensemble secondaire est cassé en deux points : à l'entrée de la vallée de la Garonne



Géologie de la région de Barbazan.

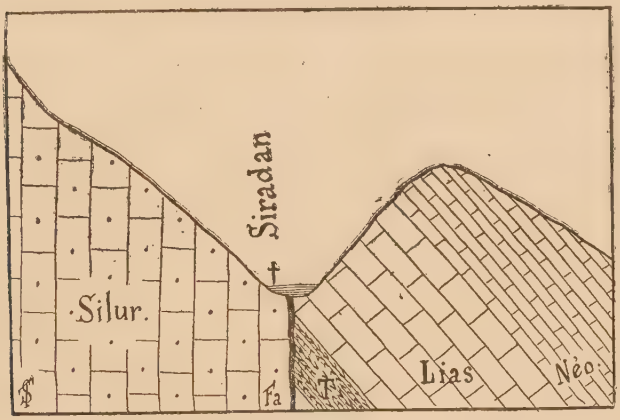
d'abord, puis au pied du pic du Gar, où une faille passant dans la région d'Ore et continuant celle de Siradan a relevé à une hauteur de près de 2,000 mètres les couches crétacées qui à Barbazan sont à peine à 800 ou 900 mètres d'altitude. Les sources de Barbazan qui sortent du crétacé inférieur, arrivent à la surface après avoir traversé un terrain d'éboulis calcaires fortement cimentés par une pâte calcaire demi-molle que le professeur Garrigou a traversé jusqu'à 22 mètres de profondeur environ, avec la sonde, lorsqu'il faisait le captage des sources Verdier, immédiatement en contact avec la source principale dont elles étaient une émission diluée par les eaux de la nappe phréatique.

Les sources du Saule et du Sureau coulent directement de la montagne dans les réservoirs en maçonnerie; seule, la source du Saule est utilisée, une conduite l'amène à l'établissement pour le service des bains.

La source principale a été captée par les Romains; un griffon assez abondant est capté, non sur la roche en place, mais sur un terrain brécheux; l'eau suit par sa force ascensionnelle le trajet d'un tuyau qui l'élève jusqu'à la buvette.

A côté de cette source, M. Garrigou a fait le savant captage des sources Verdier qui, aujourd'hui, ont disparu, et sur l'emplacement du petit établissement qu'elles alimentaient, on est à même d'aménager des pelouses.

Siradan. — Ainsi que l'a montré M. Garrigou en 1871 (*Monographie de Luchon*), une fracture, avec faille, a mis en contact les terrains les plus anciens, silurien in-



Géologie de la région de Siradan.

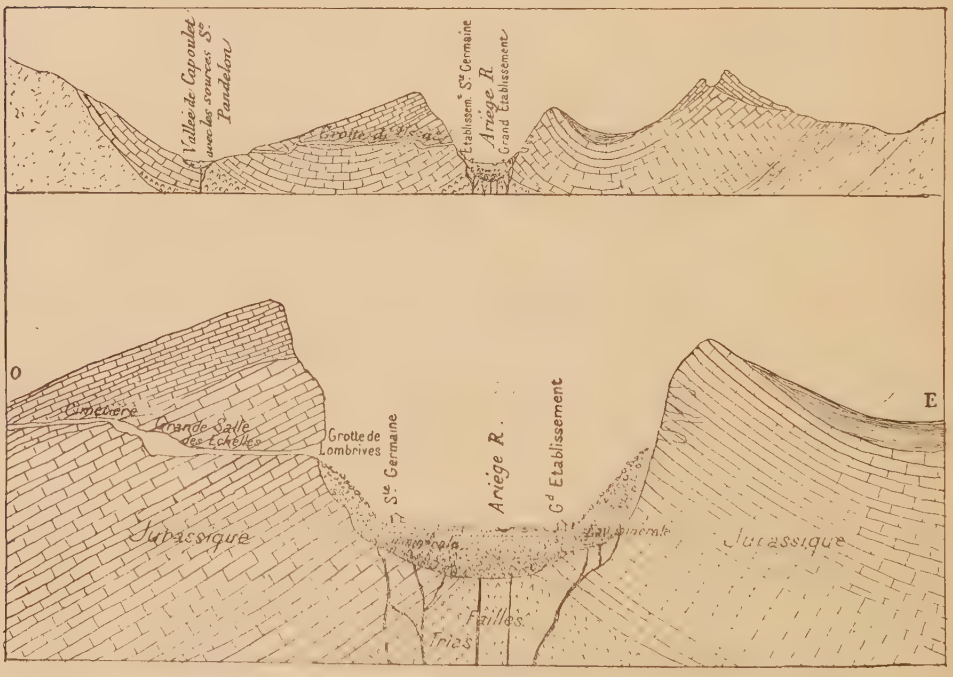
férieur, avec les calcaires secondaires et le trias. Dans cette faille est-ouest naissent les eaux de Siradan et de Sainte-Marie. La faille est limitée au Sud par les terrains anciens et au Nord par les terrains secondaires. On voit à la base de ces derniers des pointements d'ophite.

La source du Lac est la principale. Elle a été captée par M. François dans les terrains meubles des pentes et

elle a présenté, à un moment déterminé, un singulier phénomène, il y a quelques années à peine. Sous l'influence d'un tremblement de terre elle s'est perdue, dit-on, et a reparu quelques jours après avec ses mêmes qualités.

L'eau s'élève par sa force ascensionnelle dans des tubes; une partie de l'eau va alimenter la buvette par des tuyaux partant du tube d'ascension ; la plus grande partie se déverse par l'extrémité du tube, dans un réservoir où la puisent des machines élévatoires et elle va de là, alimenter les bains.

Ussat. — Des griffons d'eaux minérales sont échelonnés le long des parois de la vallée, sur les deux rives de l'Ariège, sur une longueur de 1 kilomètre environ. Les couches jurassiques du Lias ont été ouvertes et cassées en forme de V, et c'est du fond de ce V et des



bords inférieurs que surgissent les naissants d'eau minérale.

Au-dessous du lias existe à coup sûr le trias gypsifère et accompagné d'ophite. Ce terrain est visible sur plusieurs points de la vallée, vers le Nord-Ouest, surtout à Arignac et vers l'Ouest à Baillères. La direction générale de la vallée à Ussat court aux environs de Nord 30°. Ce sont des fractures ainsi dirigées qui ont servi d'issue principale aux eaux minérales d'Ussat. Mais, en outre de ces fractures, on en remarque de très nombreuses, qui ont formé des surfaces de glissement dans le lias et qui se dirigent vers le Nord-Est. Ces deux systèmes de fractures s'entrecroisent souvent dans les grottes de la région, surtout dans la grotte des Echelles.

Tout le fond du grand V, qui constitue à Ussat la vallée de l'Ariège, est rempli par un alluvion sableux à niveaux multiples de cailloux roulés. Les sources thermales le traversent de bas en haut.

Trouvant une éponge perméable constituée par les alluvions sableux, les sources chaudes s'épanchent dans toute l'épaisseur et dans toute l'étendue de la masse. Aussi on les retrouve très facilement lorsqu'on fait des fouilles à 3 ou 4 mètres de profondeur sur les deux rives de l'Ariège, le long de la montagne. Sur la rive droite, il y avait autrefois le grand établissement et les bains Louet ; sur la rive gauche, on avait cherché à exploiter les eaux chaudes en cinq points différents, entre l'hôtel Pélissié et les bains Sainte-Germaine.

Les sources primitives, au moment où elles furent données à l'hospice de Pamiers, en 1787, alimentaient douze baignoires constituées par des dalles de schistes plantées en terre ; le fond était constitué par le sol caillouteux, à travers lequel l'eau minérale montait directement dans les archaïques piscines. Des murs grossiers et des toits primitifs abritaient chaque baignoire.

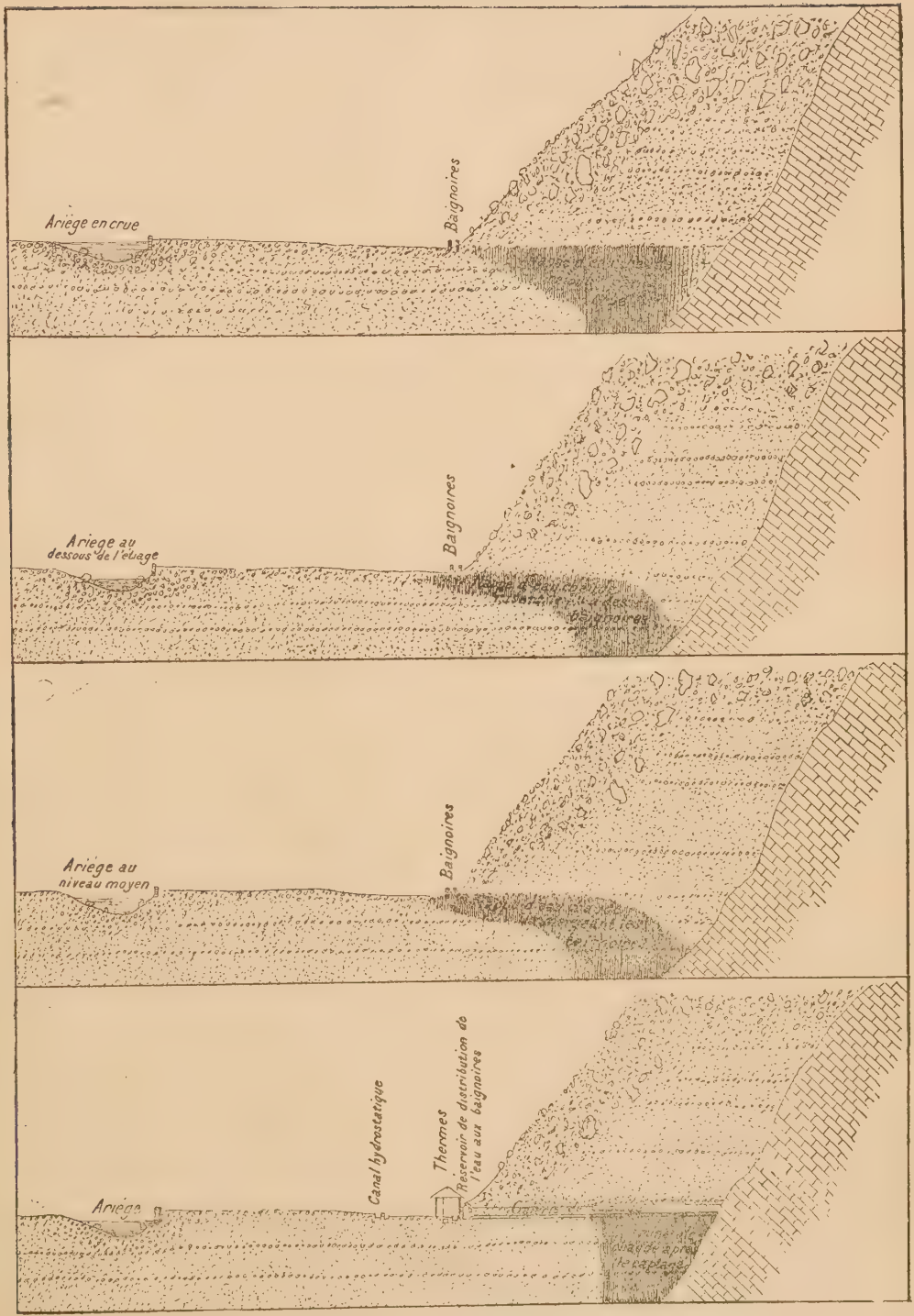
En 1840, le docteur Félix Vergé, médecin inspecteur des eaux d'Ussat, prit l'initiative pour faire subir une transformation à la station. A cette époque l'état d'équilibre des eaux chaudes dans les alluvions était instable. L'expérience de tous les jours avait, depuis bien des années, mis en relief trois faits principaux relatifs à l'allure des sources d'Ussat. On avait remarqué : 1° que pendant les grandes crues de l'Ariège et à l'époque des hautes eaux, les baignoires ne contenaient que de l'eau froide ; 2° que pendant la saison des basses eaux, l'eau chaude arrivait bien aux baignoires, mais en quantité minime et ne les remplissait qu'en partie ; 3° que lorsque les baignoires étaient suffisamment alimentées en eau chaude, l'Ariège se maintenait à un niveau constant.

On appela M. Jules François, jeune ingénieur des mines de Rancié ; après avoir suivi par lui-même l'allure des sources chaudes et compris le mécanisme de leurs changements de niveau, il conçut immédiatement un plan d'action pour éviter de si grands inconvénients. M. François fit comprendre : 1° que les mouvements d'élévation et d'abaissement des eaux chaudes étaient dus aux infiltrations plus ou moins abondantes des eaux de l'Ariège; 2° que pour maintenir les eaux chaudes à un niveau constant, il fallait aussi maintenir les eaux froides d'infiltration à un niveau constant.

Nous avons emprunté les coupes suivantes au mémoire de M. Garrigou intitulé : « Excursion aux eaux minérales et potables de la vallée de l'Ariège et du Lhers » (*Revue des Pyrénées*, 1892).

La première coupe montre l'Ariège très haute et la nappe d'eau chaude s'écoulant vers les baignoires, refoulée vers la montagne.

La deuxième fait voir l'Ariège à l'étiage, l'eau chaude s'écoule bien vers le talweg de la vallée, mais le fond seul des baignoires est léché par la partie supérieure de la nappe d'eau chaude.



Rapport des crues de l'Ariège et de la nappe d'eau chaude.

La troisième coupe représente l'Ariège à son niveau le plus constant et la nappe d'eau chaude s'écoulant vers la rivière, mais ayant un niveau plus élevé que dans le cas précédent, elle alimente largement les baignoires.

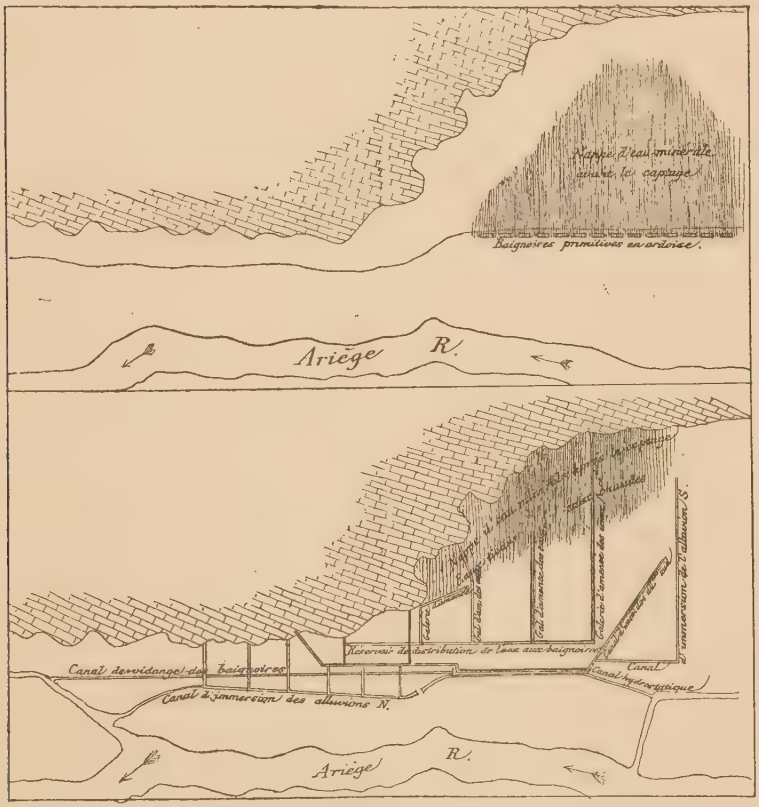
Le plan de M. François fut d'entourer les naissants d'eau chaude d'un barrage d'eau froide, à niveau constant, de manière à les mettre à l'abri des surélévations et des abaissements des infiltrations de l'Ariège.

La quatrième coupe montre le plan des travaux exécutés.

M. François profita d'un barrage de l'Ariège à deux kilomètres environ en amont d'Ussat et destiné à alimenter le bief d'un vieux moulin ; il amena l'eau du canal de fuite de ce moulin jusqu'à l'extrémité sud des anciens thermes. Le niveau de ces eaux étant supérieur à celui de l'Ariège et à celui de la nappe chaude, il put, en faisant des saignées dans ce canal et au moyen de rigoles souterraines creusées dans l'intérieur de la montagne et perpendiculairement à la vallée, inonder d'une manière permanente tout le sous-sol alluvien, perméable, dans lequel s'épanchaient les eaux chaudes.

L'écoulement de l'eau froide étant permanent et à niveau constant, il s'établit dans le sous-sol de la montagne un équilibre constant entre les eaux chaudes et les eaux froides. Par cet artifice, la masse d'eau minérale fut concentrée au-dessus de ses naissants et refoulée vers la roche en place à un niveau maximum toujours supérieur à celui des eaux de l'Ariège. Dans ces conditions, on creusa perpendiculairement à la vallée, derrière les anciens thermes, des galeries d'amenée pour aller atteindre l'eau chaude dans sa nouvelle situation et pour la conduire sur le lieu d'exploitation. Ce travail permit de constater qu'on avait séparé la nappe d'eau minérale en eaux chaudes, eaux tièdes et eaux froides ; on n'utilisa que l'eau chaude pour l'établissement construit à neuf.

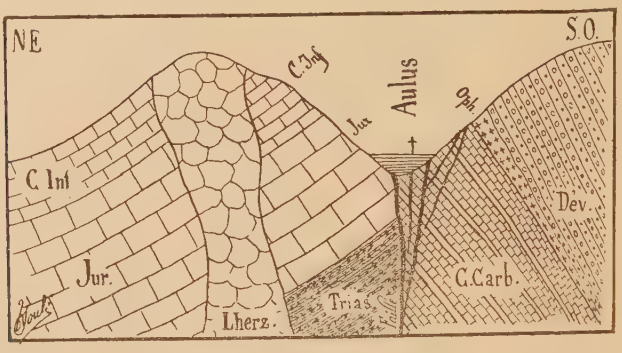
Dans les établissements Saint-Vincent et Sainte-Germaine, les sources émergent des alluvions qui sont, comme sur la rive droite, perméables aux infiltrations de la rivière ; le débit en est amoindri et la température diminuée.



La nappe d'eau chaude avant et après la création du canal hydrostatique.

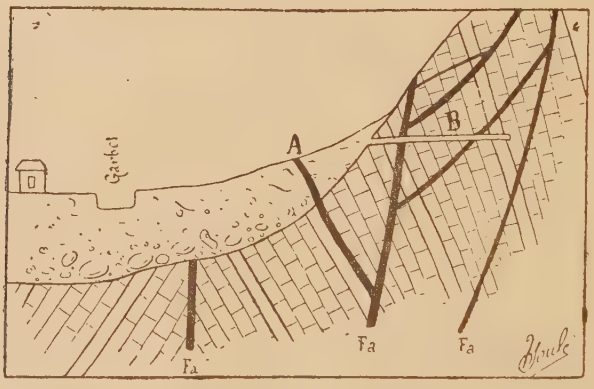
Aulus. — Une fracture a ouvert la vallée du Garbet, laissant à l'Ouest les terrains anciens (carbonifère, dévonien, silurien) et à l'Est, les terrains secondaires. Une roche éruptive des plus remarquables, la Lherzolithe, a profité des failles du terrain secondaire pour arriver à l'état de fusion jusqu'à la surface des montagnes élevées de la région, et est probablement en rapport,

profondément, avec les eaux d'Aulus, qui traversent sans doute des terrains imprégnés de gypse. Ces sources à leur tour déposent du gypse dans certaines fissu-



Géologie de la région d'Aulus.

res de la masse dévonienne, constituée par des alternances de calcaires et de gypses argilo-ferrugineux. Les sources imprègnent toute la montagne de La Coste et



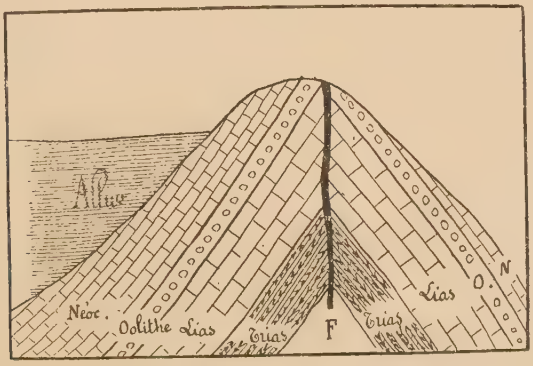
Captage d'Aulus.

coulent dans des cassures largement ouvertes allant, dans certains points de haut en bas et dans d'autres de bas en haut. Le calcaire carbonifère existe sous le terrain dévonien par renversement, d'après M. Garrigou, contrairement aux autres géologues.

Les captages des sources de cette station ont été l'objet d'une étude spéciale de la part du professeur Garrigou. Ils constituent d'après lui les captages les plus instructifs de toute la chaîne Pyrénéenne. Il n'y avait jadis à Aulus qu'une seule grosse source, avec des perdants, débitant un volume d'eau énorme, surtout pour une station où l'on buvait partout et où l'on se baignait peu. Quelques suintements existaient dans la montagne, jusqu'à deux cents mètres environ de cette source, à gauche et à droite.

Non protégée par un périmètre officiellement établi, cette source excita l'envie des voisins, et l'on creusa dans la montagne des quantités de galeries pour chercher à enlever la source à ses propriétaires. Une galerie creusée d'une façon très malheureuse dans le terrain dévonien d'où surgit l'eau, a coupé la source au passage, a desséché complètement l'ancien griffon et a donné à sa place une eau dont la composition, ainsi que la température, comme l'ont prouvé les analyses de M. Garrigou, ne sont plus les mêmes qu'en 1863. Cet état de chose persistant depuis 1882, on s'y est habitué et l'on boit actuellement une eau encore très fortement métallisée à laquelle il serait possible de rendre son cours et sa composition primitive.

Audinac. — Les sources sont captées sur une dolo-

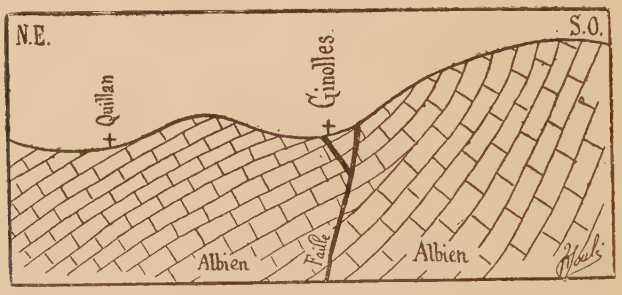


Géologie de la région d'Audinac.

mie jurassique du lias. Les captages de la source des Bains et de la source Louise, sont, paraît-il, correctement faits ; ils sont dus à M. François et dateraient de 1849.

Estramer. — Source sulfatée, carbonatée, naissant directement dans les calcaires crétacés et s'échappant d'une grande fissure largement ouverte sur le point d'émergence. La source n'est pas ascendante, elle coule horizontalement et s'échappe simplement dans un ruisseau d'écoulement. Non utilisée malgré son importance. Elle débite un volume d'eau non jaugé, mais très considérable.

Ginolles. — La source ascendante naît dans les terrains jurassique et crétacé, elle traverse les alluvions



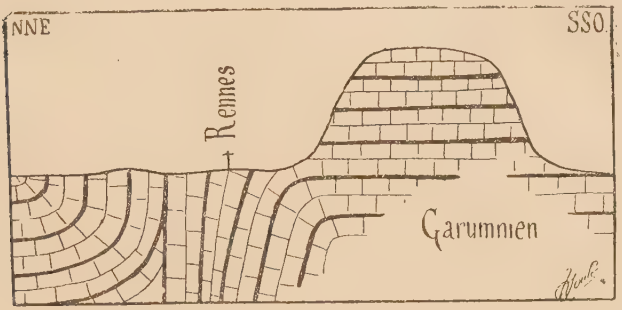
Géologie de la région de Ginolles.

de la vallée, de bas en haut et se déverse, en un volume d'eau dépassant un mètre cube par minute, dans plusieurs réservoirs, soit en dehors des thermes, soit en dedans.

Campagne. — Plusieurs naissants, captés par des galeries ou par simple réception dans des réservoirs fermés. Les sources sortent d'un tuff formé par l'eau elle-même.

Rennes-les-Bains. — Tous les captages de Rennes

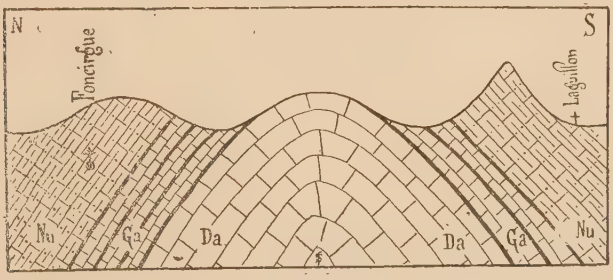
sont incomplets. On a cherché à les faire sur la roche en place qui est le grès d'Alet (portion du terrain garonnien de Leymerie). La source du bain fort est captée sur la roche en place dans la rivière elle-même, et



Géologie de la region de Rennes.

la source Gastilleux, datant de quelques années, est captée également en ville, sur la roche en place. Elle a par son captage dévié une partie de la source de la Reine (source plus ancienne).

Foncirgue. — Les sources naissent dans le terrain nummulitique, sortent de la stratification des bancs cal-



Géologie de la région de Foncirgue.

caires à *ostrea uncifera*, orientés 0,15° à 18' Nord et cassés par une fracture Nord-Sud.

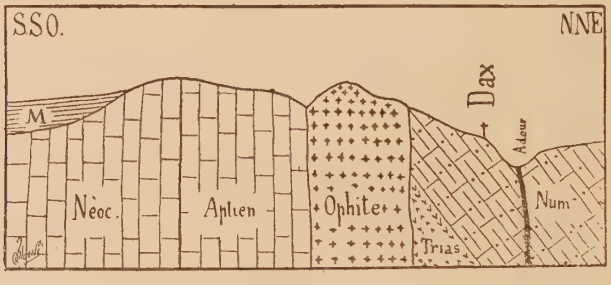
Il y a des eaux ascendantes et des eaux coulant directement d'une grotte. La source ascendante (buvette)

sur la rive droite du Lhers est captée en contre bas de la rivière sur la roche en place.

La source des bains, sourd de la roche en place au-dessus du niveau de la rivière.

La grosse source sort horizontalement d'une ouverture dans la roche. Cette source, limpide d'ordinaire, se trouble par les changements de temps en devenant laiteuse. Elle charrie alors, ainsi que l'a montré M. Garrigou, une argile très fine avec d'abondantes diatomées.

Dax. — La géologie de Dax, au point de vue des eaux, n'est pas des plus simples. Il a fallu que Mes-



Géologie de la région de Dax.

sieurs Lyte, Thore et Garrigou, en étudient les détails pour s'en faire une idée approximative. En s'appuyant sur la région de Vimport, dont l'âge crétacé est parfaitement établi et en s'appuyant aussi sur l'idée géologique, acceptée jusqu'à présent, que c'est le trias qui fournit les couches salifères et l'ophite, on peut dire que Dax se trouve sur un point de bouleversement terrestre, qui a amené brusquement les terrains triasiques au contact du crétacé inférieur, l'ophite ayant joué peut-être par son apparition le rôle actif dans ce bouleversement.

Dans tous les cas, tandis qu'à Vimport toutes les roches surélevées appartiennent au crétacé inférieur qui

se rapproche de Dax, on trouve dans Dax l'ophite, les marnes irisées du trias, avec amas puissant de sel gemme et gypse; le tout surmonté par des roches calcaires à pâtes cristallines appartenant au terrain nummulitique fossilifère, les dépôts tertiaires (miocène et pliocène), ainsi que des dépôts quaternaires (alluvions et boues) recouvrant toutes les formations.

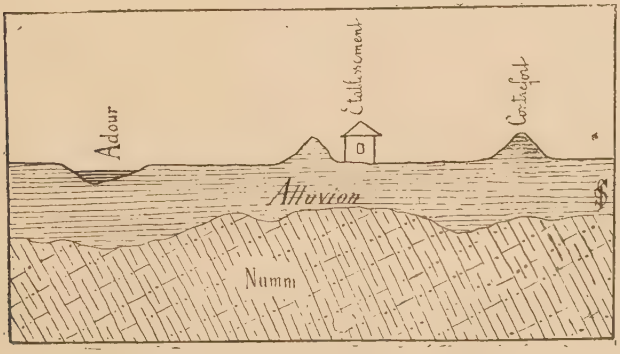
Les sources naissent, soit dans les couches nummulitiques (établissement Seris), soit profondément dans les alluvions d'où elles émergent, souvent en plein lit de l'Adour; en ville, la source de la Nehe naît du sous-sol alluvien, aux Baignots dans des captages tubés, aux Thermes dans les alluvions.

L'établissement Seris a seul des sources captées dans le roc.

Aux Baignots, pour avoir de l'eau en abondance, on a pratiqué des sondages qui ont donné des sources artésiennes chaudes, atteignant jusqu'à 60°. La source de la Nehe ou fontaine chaude atteint 64° (Garrigou et Thore).

Les sources en imbibant les terrains alluviens voisins fournissent des boues végétales chaudes.

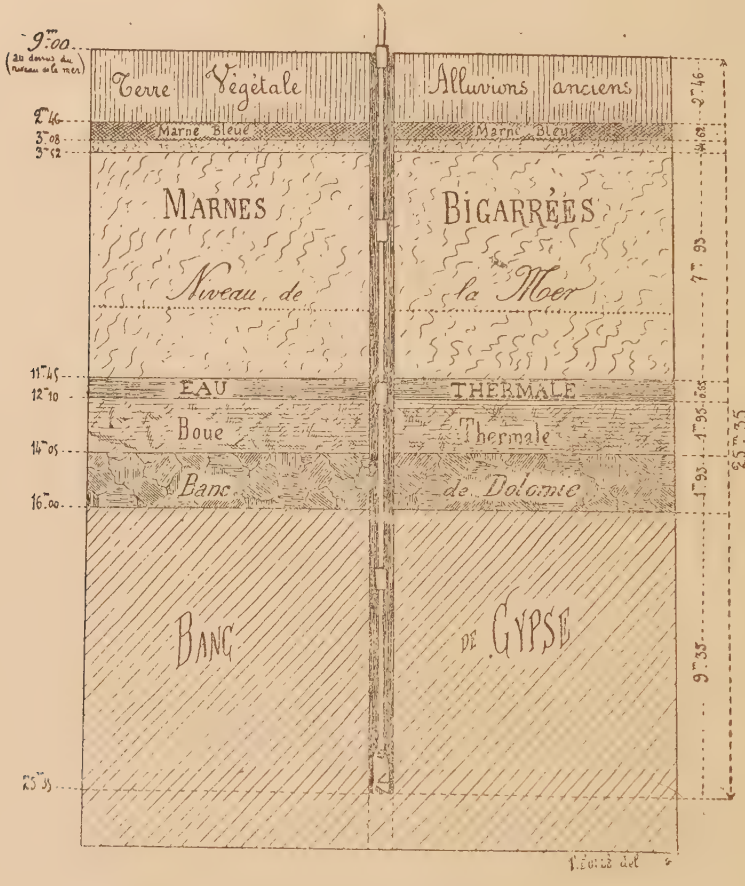
Préchacq. — Les sources naissent, comme à Dax, dans des terrains alluviens, d'où elles émergent en donnant



Géologie de la région de Préchacq.

des bains de boues analogues à ceux de Dax, mais à une température moins élevée.

Les sondages tubés traversent successivement des terrains alluviens, des couches de marne bleue et des

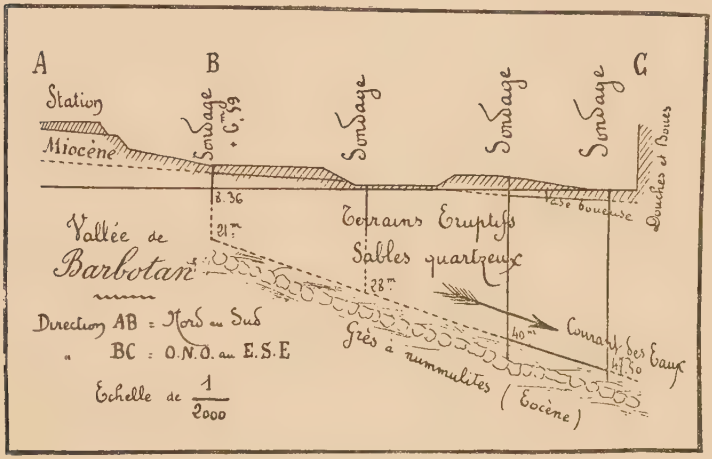


Sondages de Préchacq.

marnes bigarrées, puis arrivent sur une couche où sont superposées une nappe d'eau thermale et une nappe de boues, puis ils s'enfoncent dans une boue de dolomie et arrivent sur une boue de gypse.

Barbotan. — Le miocène fossilifère (Dinotherium, Mastodonte, etc.), constitue le sous-sol probablement

cassé et faillé. Les alluvions anciennes plus ou moins argileuses constituent le sous-sol. Les eaux ont traversé à coup sûr les couches du nummulitique et de l'éocène. Le miocène présente des phénomènes de métamor-



Sondages de Barbotan.

phisme au contact de ces eaux. Des dents d'animaux tertiaires sont passés à l'état de phosphates, avec des dépôts de pyrite de fer. Les eaux naissent dans des alluvions boueuses ; au moyen de sondages tubés on en a augmenté le débit durant les dernières années.

Thil. — Les eaux naissent dans le miocène supérieur, dans un petit vallon orienté d'abord Sud-Nord, puis dirigé vers le Nord-Est.

La première source naît au fond d'un puits de 5 à 6 mètres de profondeur, creusé à travers des alluvions formées de sable et d'argile. La seconde source naît dans un lit de cailloux roulés au fond d'un puits profond de 1m60 et dont les parois présentent des couches alternantes d'argile et de cailloux roulés. On trouve d'autres petites sources encore inutilisées.

Partout les eaux sont descendantes. Il est probable que sur certains points du pays, des sources profondes

sont venues vers la surface et se sont épanchées dans les cailloutis au contact du miocène imperméable; et de ces points culminants l'eau imprégnant le sous-sol se dirige vers le fond du vallon.

COMPOSITION CHIMIQUE

Le groupe des eaux que nous étudions est caractérisé par sa richesse en sulfates et sa teneur à peu près constante en chlorures. Avant d'étudier en détail les analyses des nombreuses sources, nous donnons un tableau qui permet de tenter un rapprochement entre les diverses sources et montre l'importance des sulfates par rapport aux chlorures et l'importance du total de ces deux espèces de sels par rapport à la minéralisation totale.

NOM DES SOURCES	Chlorures de Sodium, Potassium, etc.	Sulfates alcalino-terreux	Totaux des chlorures et sulfates.	Résidu fixe. Total.
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Cambo (Source sulfatée)	0.0776	2.1257	2.2033	2.3687
Bagnères-de-Bigorre (Grands bains	0.1717	2.0999	2.2716	2.4496
» (Source Salies)	0.1917	2.2386	2.4303	2.5960
» (Bains du Salut)	0.1943	2.1949	2.3892	2.5559
Capvern (H ount-Caoude)	0.0128	1.4868	1.4996	1.7004
» (Le Bouridé)	0.0081	0.7688	0.7769	0.9584
Encausse	0.3229	2.4227	2.7456	2.9544
Audinac	0.0071	1.6108	1.6179	1.8588
Ussat (Grand établissement)	0.0446	0.9198	0.9644	1.136[illegible]
Labarthe-de Neste	0.0330	0.0220	0.0550	0.1160
Barbazan	0.0090	1.8330	1.8390	2.0385
Siradan	0.0500	1.7490	1.7990	2.0245
Labarthe-de-Rivière	0.0100	0.3070	0.3170	0.3170
Rennes-les-Bains	0.1942	0.0702	0.2644	0.4618
Dax	0.2782	0.5676	0.8458	1.0244
Préchacq	0.3545	0.6787	1.0432	1.1600
Barbotan	0.0190	0.0332	0.0522	0.1354
Thil	0.0849	0.0416	0.1265	0.0895

L'acide prédominant dans ces eaux est l'acide sulfurique et à côté se place, en deuxième ligne, l'acide chlorhydrique. Les bases qui se combinent à l'acide sulfurique ont permis d'établir des subdivisions dans les eaux sulfatées et les principaux auteurs mentionnent des eaux sulfatées sodiques, calciques, magnésiennes, potassiques et ferrugineuses.

La distinction est à conserver, car les propriétés physiologiques et thérapeutiques varient avec la composition.

Il existe toute une catégorie d'eaux sulfatées contenant une grande quantité de sulfate de magnésie (Pullna, Birmenstorff, Cruzy, etc.), qui ne sont plus, à proprement parler, des agents de médication thermale, mais bien de véritables médicaments ayant leur place parmi les purgatifs salins. Elles ne se rattachent pas directement à la classe que nous étudions et, d'ailleurs, on ne rencontre au voisinage des Pyrénées que celles de Cruzy et de Montmajou. Les seules s'en rapprochant sont celles de Barbazan.

Durand-Fardel a créé une classe d'eaux indéterminées, les Allemands ont la classe correspondante des eaux indifférentes. Rotureau leur a appliqué le nom d'amétalliques, Gubler les appelait inermes. Dans cette catégorie se trouvent des eaux sans acide prédominant d'une façon notable ; étant donné qu'une classification n'est jamais parfaite, nous détachons de ce groupe les diverses sources pour les rattacher à la catégorie avec laquelle elles ont le plus d'affinités chimiques et thérapeutiques. C'est ainsi que Saint-Christau passe aux bicarbonatées ; Ussat et Dax reviennent aux sulfatées.

L'acide sulfurique, rarement libre, est généralement sous forme de sulfates, combiné avec le sodium, le calcium, le potassium, le magnésium, le lithium, le rubidium, le strontium ; quelques sources ferrugineuses contiennent de notables quantités de sulfate ferreux. Le chlore est, sous forme de chlorures, combiné avec le sodium, le potassium, le magnésium.

L'acide carbonique est en partie libre, en partie sous forme de bicarbonates et carbonates. L'acide azotique est à l'état d'azotates. La silice, libre ou à l'état de silicates; l'iode sous forme d'iodures, le brome de bromures; des traces d'acide phosphorique et d'arsenic se trouvent soit libres, soit à l'état de phosphates et d'arséniates.

On a trouvé des traces de fluorures (Bagnères-de-Bigorre). Outre les bases déjà citées, on trouve encore, mais à titre de rareté : l'ammonium, le cuivre, le chrome, l'antimoine, l'argent (Aulus), le manganèse (très répandu), le cobalt, le mercure (Aulus, Bagnères-de-Bigorre), l'or (Aulus), le plomb, le tellure, le zinc. La plupart des derniers métaux ont été découverts par M. le professeur Garrigou et leur répartition sera indiquée dans les tableux d'analyses.

L'année 1899 a vu deux grands progrès au point de vue de la chimie des eaux minérales.

1° La confirmation par la Société d'hydrologie médicale de Paris des préceptes émis par M. le professeur Garrigou sur l'analyse des eaux minérales. Son œuvre à ce sujet a été résumée, d'une façon magistrale, par M. le docteur Albert Robin, président de la Société d'hydrologie médicale de Paris et rapporteur des eaux minérales à l'Académie de médecine.

Voici les principaux extraits de ce rapport :

« Depuis des années, le professeur Garrigou, de Toulouse, avait émis l'opinion que les eaux minérales devaient leur action à la présence de sels métalliques et organiques que les analystes n'avaient jamais pu y découvrir.

« Pour démontrer la présence de ces substances dans les eaux minérales, il fallait concevoir des méthodes toutes spéciales d'analyses et créer un laboratoire de recherches en rapport avec ces méthodes.

« C'est ce qu'a fait M. Garrigou, en consacrant à cette entreprise scientifique plus de trente ans de sa vie et sa

fortune tout entière. Des résultats qu'il obtint ainsi étonnèrent les chimistes hydrologues imbus des anciens principes sur l'hydrologie et effrayés, sans doute, par l'idée de consacrer à l'analyse correcte des eaux des milliers de litres de liquide, ainsi que le faisait le professeur de Toulouse. Ils s'empressèrent de nier, sans les contrôler, les résultats extraordinaires qu'annonçait ce dernier. Le corps médical lui-même, peu habitué à voir des résultats d'analyses d'eaux minérales tels que ceux dont nous parlons, se rangea avec les chimistes contre M. Garrigou.

« Ce dernier, persistant depuis près de trente ans dans les mêmes idées et poursuivant, sans se décourager, les analyses par les mêmes méthodes qu'il a tout au long exposées dans son enseignement de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Toulouse, chimistes et médecins ont enfin consenti à étudier de plus près les procédés et les résultats de notre confrère. Ils se sont aperçus qu'il était dans le vrai. »

La séance du 7 novembre de la Société d'hydrologie de Paris a été, pour la science hydrologique et pour M. le docteur Garrigou, une séance de réparation méritée. M. le docteur Cazaux, des Eaux-Bonnes, a montré que les effets si remarquables de la Source-Vieille étaient dus à l'ensemble des métaux découverts, il y a plus de vingt ans, par Garrigou, dans cette eau que l'on peut considérer comme la plus métallifère des Pyrénées.

M. Frenkel est venu dire à son tour que si les chimistes n'avaient jamais signalé dans les sources thermales les nombreux métaux qu'y avaient découvert le professeur Garrigou, c'était parce qu'ils n'avaient pas observé les règles décrites par lui pour opérer utilement la recherche de ces métaux.

Il faut détruire la matière organique dissoute par les eaux minérales et qui empêche la précipitation des métaux lorsqu'on applique à leur recherche les procédés classiques de l'analyse.

Voilà donc une faute commise par tous les chimistes, en analyse d'eau, et qui a, pendant près de trente ans, empêché l'hydrologie de franchir le pas que cherchait à lui faire traverser un savant convaincu et vraiment dévoué à la science française.

Ainsi que l'ont dit M. Cazaux et M. Frenkel, c'est à M. Garrigou que revient l'honneur, par sa persévérance et sa ténacité, d'avoir définitivement donné à l'hydrologie médicale le véritable moyen de connaître à fond la composition intime d'un remède naturel employé jusqu'ici d'une manière empirique et peu encourageante pour les malades.

Il faut donc dès maintenant, si l'on veut qu'une analyse d'eau soit complète et utile, y chercher toutes les substances organiques (acides, alcaloïdes, matières organiques non définies) et tous les métaux que peuvent contenir les eaux en dissolution. C'est parce qu'on n'a pas suivi ce précepte, que toutes les analyses d'eau présentées jusqu'à ce jour par divers chimistes sont complètement à refaire.

2° La nouvelle manière de concevoir la composition des eaux minérales d'après M. le docteur Frenkel. Ce chimiste biologiste, établit une théorie nouvelle sur la composition minérale des eaux :

Il considère toutes les matières contenues dans une eau, comme dissociées, dissoutes à l'état *d'ions*, qu'il appelle *anions* et *cathions*.

En traitant par la pile une eau minérale, ses éléments se déposent respectivement aux deux pôles de la pile, continuée par un électrode mobile et plongeant dans l'eau.

Les métaux ou cathions, se déposent au pôle négatif et les autres substances (acides) ou anions se déposent au pôle positif.

M. Frenkel invoque les pressions osmotiques, inventées par les théories modernes, pour expliquer ces dissociations permanentes, qui nous montrent la cons-

titution intime des eaux sous un jour tout nouveau, et qui concordent avec ce que M. le professeur Garrigou avait déjà établi depuis bien des années, à savoir qu'on ne peut donner une idée exacte de la composition d'une eau qu'en laissant comme résultats définitifs de l'analyse, les éléments simples (ce que M. Frenkel appelle aujourd'hui les cathions et les anions), en liste et non en combinaison, c'est-à-dire que, d'après M. Frenkel, comme pour M. Garrigou, il n'y a dans l'eau que des acides : carbonique, sulfurique, nitrique, chlorydrique, etc., etc., et de la chaux, de la magnésie, de la soude, du fer, du cuivre, de l'arsenic, en présence les uns des autres et non combinés.

Les calculs par lesquels on fait des combinaisons de carbonate de soude, de chlorure de calcium, de sulfate de magnésie, de chlorure de fer ou de cuivre, d'arséniate de soude, etc., etc., sont des pertes de temps et n'apprennent absolument rien d'exact sur la composition intime des eaux.

Tous ces élément y sont à l'état libre, individuel.

A côté de ces acides, de ces bases qui constituent la part minérale, on trouve des gaz :

Oxygène, azote, argon, hélium, acide carbonique, néon, kripton, métargon, xénon, monium.

Outre ces éléments, les eaux sulfatées contiennent, comme toutes les autres eaux, des matières organiques : en 1799 Vauquelin après l'avoir trouvée dans les eaux de Plombières, découvre dans les eaux d'Ussat une matière organique analogue à l'albumine ou la gélatine ; M. Salaignac trouve dans les eaux de Cambo, une matière grasse, soluble dans l'éther et une autre insoluble ; M. Ganderax avait trouvé à Bagnères-de-Bigorre trois matières organiques : 1° une matière résineuse ; 2° une substance extractive végétale ; 3° une substance végéto-animale.

Ossian Henry, dans les eaux de Siradan, a découvert une matière organique dérivant de l'humus et un principe ammoniacal.

En 1873, M. le professeur Garrigou découvre, dans les eaux d'Ax, une substance organique dialysable ; et une autre substance organique indialysable ; il constate le même fait dans de nombreuses analyses, notamment à Capvern. Ces matières organiques se retrouvent dans toutes les eaux ; M. le professeur Garrigou a émis l'hypothèse qu'elles devaient jouer un rôle appréciable dans l'effet thérapeutique qu'on doit à ses eaux. Malgré les difficultés inouïes qu'il y a à analyser ces matières, notre maître a posé des bases certaines pour leur étude, et tout récemment le docteur Poisson utilisait ces méthodes pour l'étude de l'eau de Thil.

Nous arrêtons là ces considérations générales sur la composition des eaux sulfatées et nous donnons une série d'analyses des sources types, des sources les plus importantes ou des sources encore peu étudiées.

Toutes les quantités d'éléments indiquées se rapportent à un litre d'eau.

A côté des eaux sulfatées, certaines stations ont encore d'autres ressources importantes, telles que les boues minérales. Les boues thérapeutiques ont trois origines : Les unes sont constituées par un sol perméable traversé par des sources leur abandonnant à la longue leurs principes minéralisateurs ; les autres ont pour base un limon déposé sur des griffons d'eau minérale. Ces deux sortes de boues sont désignées par le nom de limon minéral. Une troisième variété, appelée limon végétal, est le produit d'une flore thermale se développant à la surface ou dans la profondeur de quelques eaux hyperthermales lorsqu'elles sont exposées à l'action des rayons solaires.

Les stations de boues minérales peuvent être divisées en deux classes distinctes. Dans les unes, l'eau minérale traverse un terrain poreux, plus ou moins sablonneux, tourbeux, recouvert par des matières organiques. Une multitude de filets d'eau minérale délayent la couche superficielle du sol et constituent une boue

qui, débarrassée des corps étrangers, est placée dans des piscines où arrive l'eau minérale. Barbotan est le type des stations de ce genre.

Dans les autres, le sol à travers lequel émergent les griffons est colmaté à la longue par les dépôts limoneux venus de ruisseaux ou de fleuves.

Aux bords de l'Adour, à Dax et à Préchacq, jaillissent de nombreuses sources sur lesquelles se dépose le limon adourien. Pour qu'il devienne une boue médicinale, il doit subir, en présence des sources chaudes, l'influence de la lumière. Sous cette action, il se développe une flore thermale abondante. Ce sont des conferves et des algues qui donnent pour ainsi dire la vie au limon minéral et le transforment en une tourbe vivante, onctueuse et noire.

Le Congrès de 1882, à Dax, a été très utile à la question des boues médicinales, question qui y a été savamment discutée par MM. Serres, Thore et Garrigou.

CAMBO

Cambo possède une source sulfurée et sulfatée calcique, et une source ferrugineuse ; nous donnons leurs analyses dues à M. Garrigou.

	Source sulfurée	Source ferrugineuse
	gr.	gr.
Soufre de l'acide sulfhydrique	0.0010	—
Soufre des hyposulfites	0.0007	—
Acide carbonique libre	0.3756	0.1254
Acide carbonique combiné	0.0150	traces
Acide sulfurique	1.3010	traces
Acide silicique	0.0016	—
Acide phosphorique	traces	—
Acide borique	—	très net
Chlore	0.0461	0.0094
Soude	0.1511	0.0206

Potasse	0.0172	0.0017
Chaux	0.7339	0.0157
Magnésie	0.1739	0.0013
Alumine	0.0010	0.0017
Fer	0.0060	0.0827
Manganèse	0.0024	traces
Cobalt, nickel, zinc	traces	traces
Cuivre et plomb	traces	traces
Arsenic	traces	traces
Matière organique	très sensible	traces

BAGNÈRES-DE-BIGORRE

Analyse de la *Source de Salies*, par M. le professeur Garrigou; inédite.

	gr.
Densité à 15°	1.00251
Gaz azoté	traces
Acide sulfurique	1.3198
— carbonique	0.0025
— phosphorique	traces
— borique	traces
Chlore	0.1120
Brôme-Iode	très nets
Silice	0.0373
Chaux, Strontiane, Baryte	0.8070
Magnésie	0.1365
Soude	0.1105
Potasse	traces
Lithine	notables
Alumine	traces
Fer	0.0009
Cobalt-Nickel	traces
Plomb	0.00002
Cuivre	0.00001
Arsenic	0.00006
Matières organiques (il y en a 3).	0.0800
	2.61609

CAPVERN

Analyse des *Sources de Hount-Caoude* et le *Bouridé*, par M. le professeur Garrigou.

	Source de Hount-Caoude	Source du Bouridé
	gr.	gr.
Acide carbonique	0.1133	0.6850
— sulfurique	0.8580	0.4152
— silicique	0.0029	0.0058
— azotique	0.0056	0.00038
— phosphorique	sensible	traces
Chlore	0.0038	0.0040
Soude	0.0067	0.0048
Potasse	0.0016	0.0032
Lithine	0.0000026	traces
Ammoniaque	0.0018	0.00097
Chaux Strontiane	0.3199	0.2652
Magnésie	0.0874	0.0696
Alumine	traces	0.00003
Fer (sesquioxyde)	0.00021	0.00036
Manganèse (sesquioxyde)	0.0000002	0.00003
Cobalt	traces	—
Cuivre	très sensible	très sensible
Plomb	0.000025	très sensible
Arsenic	très sensible	très sensible
Tellure	très sensible	—
Matière organique dialysée	notable	notable
— non dialysée	notable	notable
Total	1.3977178	1.45257

SIRADAN

Analyse de la *Source du Lac*, par M. Garrigou (inédite).

	gr.
Acide carbonique libre	0.1562
— — fixe	0.0044
— sulfurique	1.1041
— phosphorique	traces
— azotique	traces
Potasse	0.0013
Soude	0.0547
Chaux	0.6000
Magnésie	0.1049
Fer et alumine	0.0004
Chrome, manganèse, zinc, plomb, cuivre, antimoine, arsenic, étain, silice, chlore, iode	traces
Matière organique	à peine sensible

BARBAZAN

Analyse des anciennes *Sources Verdier* (analogues à la source principale), par M. le professeur Garrigou (inédite).

	gr.
Silice	0.0143
Chlore	0.0100
Acide carbonique	0.1110 ?
— sulfurique	0.3450
Soude	0.0190
Lithine	traces
Potasse	traces
Chaux	0.3180
Magnésie	0.0400
Fer et arsenic	traces
Matière organique	notable

ENCAUSSE

Analyse de la *grande source*, par M. Willm.

	gr.
Acide carbonique libre	0.0483
Acide des bicarbonates	0.1150
Carbonate de calcium	0.1562
— magnesium	0.0068
— ferreux	0.0028
Sulfate de calcium	1.7816
— magnésium	0.5766
— potassium	0.0269
— sodium	0.0376
— lithium	traces
Chlorure de sodium	0.3229
Azotate de sodium	0.0128
Silice	0.0208
Borates, phosphates	traces
Total	2.9544

AULUS

M. le professeur Garrigou a fait l'analyse de toutes les sources d'Aulus, et il a étudié dans une grande analyse la source des Trois-Césars; il a opéré pour cela sur 4000 litres d'eau. Voici le résultat de ses laborieuses recherches :

Source des *Trois-Césars*

	gr.
Acide carbonique libre	0.1021
— — fixe	0.0034
— sulfurique	1.2788
— phosphorique	traces

Report	
— nitrique	traces
— silicique	0.0148
Chlore	0.0015
Iode	traces
Soude	0.0031
Potasse	0.0027
Lithine	traces
Ammoniaque	0.0001
Chaux, strontiane, baryte	0.8332
Magnésie	0.0749
Alumine	traces nettes
Chrome	traces
Fer	0.0023
Manganèse	0.00002
Zinc	abondant
Cobalt et nickel	très net
Cuivre et argent	abondants
Mercure	très net
Plomb	0.00015
Arsenic	0.000022
Etain et tellure	traces très faibles
Antimoine	traces ?
Matière organique	0.0148
TOTAL	2.334192

USSAT

Ussat possède de nombreuses sources qui, en certains points, coulent dans les prairies ; elles sont exploitées dans le Grand Etablissement (rive droite), le plus important, et les établissements Saint-Vincent et Sainte-Germaine (rive gauche).

L'analyse fut faite par M. Filhol, plus récemment par M. Willm.

Grand Etablissement.

	gr.
Acide carbonique libre	0.0129
— des bicarbonates	0.1276
Carbonate de calcium	0.1416
— de magnésium	0.0027
— ferreux et manganeux	0.0011
Silice	0.0265
Sulfate de calcium	0.6992
— magnésium	0.1920
— sodium	0.0151
— potassium	0.0125
Chlorure de sodium	0.0446
Azotates, sels de lithium	traces.
Total	1.1363

RENNES-LES-BAINS

Analyse de la source de *la Reine*, par M. Willm

	gr.
Acide carbonique libre	0.0208
— des bicarbonates	0.1480
Carbonate de calcium	0.1488
— magnésium	0.0155
Carbonate ferreux	0.0013
Sulfate de calcium	0.0702
Chlorure de sodium	0.0907
— potassium	0.0124
— magnésium	0.0911
— lithium	traces.
Iode	traces.
Silice	0.0318
Total	0.4618

Analyse des sources *Sainte-Marie*, par M. Garrigou.

	gr.
Silice	0.0311
Acide carbonique combiné	0.0660
— sulfurique	0.0395
Chlore	0.1335
Soude, potasse et lithine	0.0570
Chaux	0.1139
Magnésie	0.0452
Alumine, fer, acide phosphorique	traces.
Total	0.4862

FONCIRGUE

Analyse faite par M. le professeur Garrigou.

	gr.
Silicate de sodium	0.0074
— potassium et lithium	0.0018
Sulfate de calcium	0.0520
— magnésium	0.0800
Chlorure de calcium	0.0026
Bicarbonate de calcium	0.2700
— de magnésium	0.0800
— de fer	traces.
Alumine, zinc, cuivre, plomb, arsenic, iode	traces.
Matières organiques	0.0160
Total	0.3399

DAX

Analyse de la *source du Bastion*, par M. Willm.

	gr.
Acide carbonique combiné	0.0914
Carbonate de calcium	0.0840
— magnésium	0.0148
Carbonate ferreux	0.0026
Silicate de magnésium	0.0084
Silice en excès	0.0328
Sulfate de calcium	0.3223
— magnésium	0.1381
— sodium	0.0501
— potassium	0.0565
Chlorure de sodium	0.2776
— lithium	0.0006
Iodure, bromures	traces.
Matières organiques et eau restant	0.0366
Total	1.0244

Analyse de la source de la *Nehe*, par M. le professeur Garrigou

	gr.
Silice	0.0340
Acide carbonique	très net.
— sulfurique	0.3451
— phosphorique	traces.
Chlore	0.1610
Brôme	très net.
Iode	traces.
Chaux	0.1782
Strontiane, baryte	très nettes.
Soude, potasse, lithium	0.1979
Magnésie	0.0568
Alumine	traces faibles.
Fer et zinc	très sensibles.

Cobalt et nickel..	nets.
Cuivre et plomb.....	nets.
Arsenic.....	très sensibles.

PRÉCHACQ

Analyse faite par M. Denigés.

	gr.
Acide carbonique libre.....	0.0975
Chlorure de sodium.....	0.2668
— magnésium	0.0779
Carbonate de magnésium.....	0.0818
Sulfate de potassium.....	0.0087
— calcium.....	0.6324
Silice totale.....	0.0095
Oxyde ferrique.....	0.0011
Matières organiques, lithine, manganèse, phosphates, iode et pertes..... ...	0.0442
Total.....	1.1600

BARBOTAN

Analyse de la source principale, par Mermet.

Acide carbonique libre.....	152 cent. cubes
Hydrogène sulfuré.....	Indéterminé

	gr.
Carbonate de calcium	0.0203
Carbonate de magnésium	0.0015
Carbonate de ferreux.....	0.0303
Sulfate de sodium.....	0.0318
Chlorures de sodium et de magnesium ..	0.0212
Silice et barégine.....	0.0266
	0.1317

THIL

Thil possède cinq sources et des suintements abondants. Voici l'analyse de la source du Bas-des-Champs, d'après MM. Garrigou et Poisson.

	gr.
Acide carbonique libre	0.1524
Acide carbonique fixe	0.2271
Acide sulfurique	0.0416
Acide chlorhydrique	0.0849
Acide silicique	0.0088
Acide nitrique	0.0007
Soude	0.3407
Chaux	0.0271
Magnésie	0.0161
Ammoniaque	0.0048
Ammoniaque des matières organiques.	0.0086
Fer (sesquioxyde)	0.0540
Métaux précipitant par l'hydrogène sulfuré	traces très notables
Matière organique par volatilisation	0.1750
Résidu salin à 100°	0.0895
Résidu salin après calcination	0.0720

BOUES DE DAX

Les boues de Dax constituent un magma onctueux, noir, doué d'une odeur sulfurée spéciale ; elles tachent et corrodent le linge.

Voici, d'après M. Willm quelle est leur composition chimique après dessication à 100°.

	gr.
Sable et silicates inattaquables par l'acide chlorhydrique	73
Eau	6.9
Matières organiques	6
Oxyde ferrique	6.7
Sulfure de fer	4.3
Alumine	1.7

Oxyde de manganèse	0.22
Chaux (silicate ou aluminate)	0.70
Magnésie (silicate ou aluminate)	0.30
Sulfates de calcium et de magnésium	0.35
Chlorure de sodium	0.15
Phosphates	traces

BOUES DE PRÉCHACQ

Analogues à celles de Dax. Analyse récente, par M. Denigès.

	gr.
Eau	48.84
Carbonates et sulfates alcalins	traces
Acide phosphorique total	0.005
Carbonate de chaux	3.400
Sulfate de chaux	0.295
Chlorure de sodium	0.0468
Fer sulfuré	0.0402
Fer oxydé	1.520
Fer combiné à la matière organique	0.450
Silicate d'alumine	10.472
Silice	31.268
Matières organiques	3.580
Pertes	0.083
Résidu sec	51.16

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Les eaux sulfatées sont inodores, incolores, limpides, laissant quelquefois de légers dépôts ferrugineux. Celles de Cambo répandent une forte odeur de gaz sulfhydrique, due à leur sulfuration.

La densité des eaux sulfatées n'est pas très élevée, elle varie de 10003 à 10027.

Leur impression sur le goût est variable ; les sulfatées sodiques et calciques sont très agréables à boire, très légères et très rafraichissantes ; les sulfatées magnésiennes ont un goût fade, une saveur légèrement amère et quelquefois un arrière goût âcre ; les ferrugineuses ont la saveur styptique qui les caractérise.

Elles se mêlent généralement au vin et les eaux sulfatées froides peuvent être consommées à table. Quelques-unes sont onctueuses et laissent sur la peau une impression de velouté et de douceur qui ne déplaît pas aux dames qui en font usage. Cette onctuosité disparaît dans les eaux à température élevée ; elle a fait donner à plusieurs sources le nom de savonneuses. Elle tient, sans doute, à l'abondance des matières organiques.

Thermalité

La température des eaux sulfatées varie entre 13° et 64°, et les fait classer en froides, tempérées et chaudes, avec des propriétés physiologiques et thérapeutiques différentes selon leur thermalité.

		degrés
Cambo.	Source ferrugineuse.....	15
—	Source sulfurée sulfatée.....	21
Bagnères-de-Bigorrre.	Bains de Pinac...	18.7
—	Salut.....	31.6
—	Platane.....	33.3
—	Yeux.....	33.2
—	Grand-Pré.....	35
—	Foulon.....	36.5
—	Guttiere.....	38.9
—	Rampe.....	41.8
—	Grand-bain.....	45
—	Roc-de-Lannes..	45
—	Reine.....	47.5

— Saint-Roch	46.5
— Dauphin	49
— Salies	50.8
— Théas	51.2
Capvern-Le-Bouridé	21.8
Capvern Hount-Caoude	24
Labarthe-de-Neste	15
Labarthe-de-Rivière	21
Encausse	19.5
Barbazan. Source principale	19.6
Sainte-Marie	17.5
Siradan	13
Audinac. Source chaude	21.5
— Source Louise	21
— Source des Yeux	16
Aulus. Source Laporte	13
— Trois-Césars	14.8
— Bacqué	17.7
— La Nouvelle	18.3
— Darmagnac	19
Ussat. Grand Etablissement	38
— Saint-Vincent	36
Ginolles	20
Foncirgue	20
Campagne. Source Thérèse	20.4
— Buvette	24.8
— du Pont	26
Rennes-les-Bains. Bains Doux	36.6
— de la Reine	38.1
— Fort	46
Dax. Source de Seris	38 à 52.5
— Pavillon (Baignots)	53 à 54
— Bastion (Thermes)	59
— Nehe (fontaine chaude)	64
— Bains de boues	43 à 44
Préchacq. Source sulfatée	58
— sulfureuse	18
Castéra-Verduzan	23.5
Barbotan. Bains tempérés	31.2
— Buvette	32.5

—	Piscine	33.7
—	Douches	38.7
—	Bains chauds	35
—	Bains de boues	36
Thil		11.5

Les boues mises dans des piscines et traversées par des filets d'eau minérale, dont on règle le débit, peuvent être données à des températures très diverses. On constitue avec elles une gamme calorique, répondant aux divers cas et on établit des différences de thermalité entre l'eau et la boue.

ÉLECTRICITÉ

De tous temps, les expériences faites sur les eaux minérales ont eu tendance à chercher quel est l'agent auquel il faut attribuer l'action de ces eaux. En 1822, Boirot Desservies admettait que les eaux de Neris devaient leur action à un calorique spécial.

Plusieurs médecins, plus tard, pensent que c'est l'électricité qui joue le rôle actif dans les eaux de Bourbonne ; des expériences s'ouvrent dans cette voie et arrivent à des résultats positifs.

Scoutetten, après avoir avancé que les eaux forment une pile susceptible de dégager de l'électricité, constate que le dégagement de l'électricité est d'autant plus considérable que les eaux sont plus sulfureuses. Dès qu'un individu sera plongé dans un bain d'eau minérale, comme il est lui-même imprégné des deux électricités, positive et négative, qui se neutralisent, que, d'autre part, le bain où il se trouve développe de l'électricité, il y aura surcharge, excédent électrique ; dès lors, le

corps, en tout ou en partie, sera électrisé positivement ou négativement selon le surplus d'électricité reçue ou enlevée.

Gigot-Suard et Armieux trouvent dans les bains de Cauterets une réaction galvanométrique de 3 à 4 degrés.

Des expériences de Lambron il résulte : 1° que les courants produits dans un bain persistent après le bain ; 2° que la douche développe constamment des courants électriques ; 3° que la partie du corps frappée par la douche est électrisée négativement, tandis que les autres parties le sont positivement : qu'on peut changer le sens du courant à volonté en frappant telle ou telle partie du corps.

M. le professeur Garrigou a fait des études nombreuses sur l'électricité des eaux. Nous donnons quelques résultats obtenus sur les eaux sulfatées.

A Thil, avec son préparateur, M. Poisson, ils ont constaté que : les électrodes étant directement plongés dans l'eau, l'aiguille du galvanomètre oscille entre + 15° et — 5° sans jamais s'arrêter ; les oscillations sont continuelles. Après des expériences entreprises sous la direction de M. Mathias, M. Poisson conclut que les déviations obtenues sont dues à la dissymétrie des électrodes ou aux seules forces de la polarisation.

En 1894, M. Garrigou avait publié un travail sur l'électricité des eaux de Bagnères-de-Luchon et de Bagnéres-de-Bigorre, et dans ce travail il indiquait les résultats qu'il avait pu faire constater aux médecins de Bagnères-de-Bigorre, à savoir que la classification électrique des sources des Thermes correspondait d'une manière remarquable à la classification médicale comme eaux surexcitantes ou sédatives, c'est-à-dire que les eaux les plus électrisées correspondaient aux sources les plus excitantes, et les eaux les moins électrisées aux sources les moins excitantes, les plus sédatives étant celles dans lesquelles la déviation de l'aiguille était moindre.

Il y a donc à tenir compte, dans l'administration des bains et des douches, de l'état électrique de l'eau. Pour les bains encore, il faut tenir compte de la nature de la baignoire pour l'effet électrique à obtenir sur tel ou tel genre de maladie.

Lorsque l'on examine l'état magnéto-électrique du corps humain, on le trouve, ainsi que l'a montré M. le docteur Chazarain et ainsi que d'autres l'ont trouvé après lui, chargé de fluide électrique différent, suivant qu'on examine et qu'on étudie telle ou telle partie du corps. On peut, dès lors, se faire une idée de ce qui doit se passer dans un bain, lui-même chargé de fluides différents. Il se fera forcément une saturation réciproque des fluides ; mais si, finalement, le potentiel de l'un d'eux est supérieur à tous les autres, ce potentiel exercera son action sur le corps humain et, suivant l'état du système nerveux du sujet, produira par son accumulation un effet, soit excitant soit sédatif. Il est aisé de voir quels horizons nouveaux s'ouvrent pour les chercheurs, dans cette étude des courants entre eau, baignoire et sujet. Il est également aisé de comprendre que, suivant que le courant ira du sujet à l'eau et à la baignoire ou de ceux-ci au sujet, ce dernier pourra ressentir tel ou tel avantage au point de vue de l'introduction dans le corps par les courants des substances en solution dans l'eau du bain.

L'existence d'un potentiel électrique dans les eaux minérales, surtout dans celles qui nous arrivent des profondeurs du sol avec température élevée étant un fait absolument acquis, il nous reste encore à traiter une question :

Qu'est cette électricité, d'où vient-elle ?

Nous savons que certaines substances chimiques (photographie) emmagasinent la lumière solaire ; d'autre part, les éléments des molécules sont doués de propriétés analogues à celles des corps électrisés. On peut considérer comme démontré que les ions métalliques

d'un sel ou les ions d'un métal sont accompagnés d'une certaine quantité d'électricité tenant à leur nature. On peut admettre que dans la profondeur de l'écorce terrestre les ions métalliques se chargent d'électricité des deux ordres, suivant leur rang. Les sels dissous par les eaux arrivent dynamisés et chargés de quantités déterminées de cette électricité dont le potentiel inabordable par la terre se manifeste par son action sur le galvanomètre.

BACTÉRIOLOGIE

Les eaux minérales sont, en règle générale, exemptes de micro-organismes pathogènes. Mais pour cela, la flore n'en est pas moins appréciable. On trouve diverses bactéries dans des sources très pures (Miquel) ; on en trouve dans des eaux très chaudes prises au griffon (Certes et Garrigou) ; mais ce sont des infiniments petits pris dans le sol, où ils servent à la décomposition des nitrates, ou bien mélangés à la barégine.

M. Poisson, dans les eaux sulfatées de Thil, a trouvé des saprophytes ordinaires des eaux, tels que : le coccus aqualilis, le micrococcus caudicans, le micrococcus roseus, lutea, le coccus flavus, le saccharomyces glutinis.

EXPLOITATION.

Nous entendons indiquer dans ce chapitre la manière dont sont utilisées les eaux dans les diverses stations sulfatées.

Cambo-les-Bains. — Un établissement de construction assez récente, pourvu d'un outillage hydrothérapique complet. La sourcesulfurée sulfatée est employée en douches et en bains : bains de piscine, bains de baignoire, bains de vapeur. Elle est utilisée en boisson, gargarismes, pulvérisations.

Une source ferrugineuse est exclusivement employée en boisson.

Bagnères-de-Bigorre. — Possède de nombreux établissements : Le grand établissement ou Thermes de la ville, les Néo-Thermes, l'établissement de Salut. Il y a des bains dans tous les établissements, la plupart donnent aussi des douches.

Dans les Thermes de la ville et à Salut, l'installation hydrothérapique est complète. Aux Thermes sont installés de nombreux cabinets de bains et de douches ; des salles de pulvérisations, des vaporariums, des bains russes ; une étuve à gradins.

Dans les Néo-Thermes se trouve une vaste piscine thermale de 20 mètres de longueur sur 13 mètres de largeur, la profondeur variant, grâce à un plan incliné de 1 mètre à 1 m. 60. Les sources nombreuses jaillissant d'une cinquantaine de griffons. Les principales

sources employées en bains sont celles de Saint-Roch, la Reine, le Dauphin, le Foulon, le Platane, Marie-Thérèse, aux Thermes ; de Salut à l'établissement de ce nom.

A l'extérieur des Thermes se trouve une buvette très importante alimentée par les eaux de Salies. Les sources de la Rampe, la Reine, le Dauphin, Lassère, la Peyrie, le Grand-Pré, Tivoli, Salut, sont les autres sources employées en boisson.

La station possède de nombreuses sources ferrugineuses froides employées en boisson. Elle possède une véritable richesse avec les eaux de Labassère sulfureuses froides, transportées à Bagnères et utilisées en boisson, bains, gargarismes, humages et pulvérisations.

Capvern. — Les Thermes, aménagés avec bon goût et luxe, offrent un sérieux confortable. Ils sont disposés pour donner des bains et des douches. Ils sont alimentés par la source de la Hount Caoude, qui naît dans l'ancien établissement. L'eau est chauffée artificiellement pour les bains. La buvette est très importante et encore aménagée dans l'ancien établissement. Sur la source du Bouridé est installé un autre établissement sans luxe, mais bien disposé pour la balnéothérapie et pour alimenter une buvette.

Labarthe-de-Neste. — Petit établissement contenant quelques cabines de bains et une buvette.

Labarthe-de-Rivière. — Deux petits établissements ; le moins important contient quelques cabines de bains et une buvette ; l'autre, quoique bien modeste, est un peu mieux installé, il renferme 21 baignoires, une salle de douches et une buvette.

A côté de cet établissement, se trouve une petite source ferrugineuse. Dans les prés, tout autour, le sol est imbibé d'eau laissant des dépôts rouillés.

Encausse. — La grande source appartenant à la commune est employée en boissons.

La source Dargut alimente un établissement de construction assez récente où l'on donne des bains et des douches.

Le nouveau fermier commence activement à constituer une société pour faire une exploitation plus importante de ces sources et une installation offrant toutes les ressources des établissements modernes.

Barbazan. — Les sources Verdier ayant été achetées et depuis non exploitées et perdues, il n'existe plus qu'un seul établissement renfermant des cabines de bains et une salle de douches, il est alimenté par la source du Saule. La source principale alimente la buvette située à quelques mètres de l'établissement, cette buvette est très importante ; on fait l'exportation.

Siradan. — Siradan possède, dans un hôtel bien aménagé auquel est annexé un grand parc correctement tenu, un établissement balnéaire où se donnent des bains et des douches. Les cabines sont propres et bien installées.

A côté se trouve la source principale ou source du Lac qui alimente une buvette placée au-dessus du captage lui-même. Cette source va, par des conduits, alimenter les cabines. En dehors du parc, sur le versant de la montagne, naissent les sources ferrugineuses du chemin et du pré.

Ussat. — Nombreux naissants utilisés dans plusieurs établissements : les bains Louet, les établissements Saint-Vincent et Sainte-Germaine, le plus important est le Grand Etablissement. Celui-ci comprend quarante-six cabines de bains et six cabines de douches. Les bains sont à eau courante et par suite à température absolument fixe. On peut prendre des bains à diverses tem-

pératures, car l'eau se refroidit tout le long de la galerie de distribution.

Audinac. — Un établissement petit, mais coquet, alimenté par trois sources : source chaude qui reste pour les bains, source Louise qui alimente une buvette; source des Yeux qu'on emploie au lavage de ces organes.

Aulus. — Les Thermes, remarquables surtout par leur galerie de captage, offrent une installation sans luxe, mais correcte, de salles de bains et de douches. L'établissement contient les trois buvettes alimentées par les sources : Darmagnac, Trois-Césars et Bacqué. L'organisation des buvettes est des plus pittoresques, car elles ont été bâties en forme de grottes ornées de superbes stalactites empruntées à des grottes naturelles du voisinage.

L'établissemant Dedebat, alimenté par des sources analogues, possède une buvette, des salles de bains et de douches.

Rennes-les-Bains. — Les plus anciens établissements sont ceux du Bain doux, du Bain fort, du Bain de la Reine. Tout en étant d'un style ancien, ils offrent néanmoins tous les engins que réclament les traitements balnéaires : Bains, douches, buvette, cabinet de sudation.

Les établissements Castilleux et Sainte-Marie sont de construction plus récente, on y donne des bains et des douches.

Les nombreuses sources ferrugineuses sont employées en boissons.

L'abondance de l'eau est telle qu'on peut donner des bains à eau courante.

Ginolles. — Une source très abondante alimente l'établissement contenant bains et buvette. En dehors

de l'établissement d'autres sources sont employées en boisson.

Foncirgue. — Abondance extrême de l'eau. Etablissement primitif où l'on donne des bains. Buvette située à quelques mètres de la rive du Lhers, très importante. L'exportation en bouteilles se fait, mais elle mériterait d'être entreprise sérieusement et de prendre une grande extension.

Dax. — La source de la Nehe ou fontaine chaude est publique.

Les établissements les plus importants sont les Thermes et les Baignots ; ils sont aménagés pour le service médical et pour recevoir des pensionnaires. Ils renferment des cabinets de bains, des piscines à boues, des caisses à vapeur thérébentinée, des douches à vapeur, des douches en jets et en pluie ; des lits pour l'application locale des boues. On trouve en outre aux Thermes, une grande salle d'hydrothérapie comprenant des piscines de famille à eau courante avec douches, un vaste bassin de natation, une salle de massage, un cabinet d'électrothérapie. Il existe d'autres établissements : Seris, bains Romains, bains Saint-Pierre. A l'établissement Saint-Pierre les bains sont pris dans les boues naturellement formées sur place, spontanément réchauffées par des griffons d'eau minérale, naissant au milieu même de ces boues. Malheureusement les inondations fréquentes de l'Adour envahissent cet établissement et le rendent alors inabordable.

Sous le nom d'Illutations, le docteur Barthe de Saudfort a fait à Paris des applications locales de boues transportées.

Préchacq. — Grâce à la construction d'un nouvel établissement dont l'installation est à peu près complète, on peut donner à Préchacq des bains, des douches, des bains de boues.

Sous l'impulsion de M. le docteur Darroze, une Société va exploiter cette station et construire un établissement qui ne laissera rien à désirer au point de vue du confort et de l'hygiène et pourra rivaliser avec ceux de Dax.

Outre l'eau sulfatée on peut employer en boisson et pulvérisations l'eau sulfureuse froide.

Barbotan. — L'établissement, très bien aménagé, renferme des cabines de bains, des salles de douches, de piscines, des cabinets de boues et une installation pour l'application locale des boues. Les principales sources de la station, sont celles des Douches, de la Piscine, des Bains chauds, des Bains tempérés, de la Buvette. Cette dernière est ferrugineuse.

Castéra-Verduzan. — Un établissement comprenant baignoires, cabinets de douches et une petite piscine. Une source ferrugineuse est utilisée en boisson.

Casteljaloux. — Les eaux sont prises en boisson ; elles sont surtout ferrugineuses.

Thil. — Les sources naissant dans des puits sont utilisées en boisson. L'eau est apportée à Toulouse et vendue en bouteilles. L'exportation encore à ses débuts prend chaque jour de l'importance.

Indication thérapeutique des principes contenus dans les eaux sulfatées (1).

L'étude chimique des eaux sulfatées vient de nous révéler les éléments qu'elles contiennent. Parmi ces éléments il en est d'inertes, d'autres qui ont une action efficace et connue en thérapeutique ; nous allons rapidement voir quelles sont ces propriétés avant d'étudier les effets obtenus par l'emploi des eaux qui les contiennent.

Antimoine. — Ses sels diminuent le nombre des pulsations cardiaques ainsi que l'activité de la respiration. Les eaux antimonieuses de Bagnères-de-Bigorre et de Dax ont modifié ou guéri plusieurs cas d'affections valvulaires du cœur.

Argent. — Les sels d'argent ont été employés contre l'épilepsie, les névroses, la chorée, la paralysie générale, l'ataxie locomotrice, les paraplégies, la syphilis, les affections chroniques du tube intestinal. Ils ont réussi dans des cas où l'anémie était réfractaire au fer.

Arsenic. — A petite dose il stimule les fonctions nutritives, tandis qu'il les altère à dose trop élevée ; il entrave les combustions organiques et par suite la dénutrition. Aussi les malades qui prennent des préparations arsenicales engraissent quelquefois d'une manière accentuée.

1. Garrigou, *Synthèse hydrologique.*

Brome. — Les bromures sont par excellence les calmants du système nerveux; en hydrologie on peut dire que toutes les eaux bromurées sont sédatives.

Chlore. — Sous forme de chlorures active les échanges de l'organisme et favorise les oxydations.

Chrome. — Les chromates ont été employés contre la syphilis.

Cuivre. — Les sulfates de cuivre ont été employés par Guersant dans les cas de scrofule comme altérant; Kunckel, Lévi et Barduzzy ont obtenu de grands résultats dans certaines affections cutanées. Swedia, Simmons, Luton ont employé le cuivre contre la tuberculose ; Cullerier et Chevalier contre la syphilis. Dans la chlorose il a réussi là où le fer venait d'échouer. Lévi et Barduzzy ont fait disparaître l'aménorrhée par des pilules à l'ammoniure de cuivre. Steiter, Weissmann, Hutchinson, puis Burq, et plus tard Féréol ont obtenu des succès contre les névralgies. Mareg prétend avoir réussi contre la chorée. Dans les mains de Burq et de Brodie les sels de cuivre ont donné dans les anesthésies hystériques des résultats restés classiques. Gubler a triomphé dans l'asthme. Burq l'a employé contre le choléra.

Etain. — A donné des résultats à Burq dans l'hystérie.

Fer. — Rôle très important, puisqu'il entre dans la constitution de l'hémoglobine. Réussit a peu près généralement dans tous les cas où il faut régénérer les globules sanguins. Malgré ses ennemis et l'impuissance des théories physiologiques à expliquer son action, il donne chaque jour en clinique des résultats indéniables.

Iode. — A l'état d'iodures a un effet tonique sur le système vasculaire.

Lithine. — Sous forme de carbonate produit un effet diurétique marqué, et forme avec l'acide urique un composé facilement éliminable. A forte dose diminue le nombre des hématies. Les bains lithinés traversés par un courant électrique favorisent la disparition des amas d'acide urique chez les goutteux.

Manganèse. — D'après Pétrequin, Burin du Buisson, Hamon, il serait un adjuvant du fer dans la régénération des globules, et employé seul il aurait guéri des cas de chlorose ; aussi le dernier de ces auteurs distinguait-il la chlorose en chlorose ferrique et chlorose manganique.

Mercure. — Nous n'insistons pas sur les bienfaits si connus du mercure dans la syphilis.

Nickel. — A été employé contre l'hystérie, contre les diarrhées rebelles.

Or. — Gervais Ucay, Chrestien, Trousseau et Pidoux l'ont trouvé efficace contre la syphilis. Trousseau dans la dysménorrhée, Fonsagrives dans les cas d'atonie digestive et de diarrhée consécutive. Ohman-Dumesnil a trouvé qu'il était un puissant adjuvant de l'arsenic et du mercure dans le traitement de l'eczéma chronique et des manifestations tardives de la syphilis.

Plomb. — Toxique s'il est absorbé d'une manière continue ; certains sels comme l'acétate, resserrent les vaisseaux, diminuent la suppuration, la sueur ; rendent des services dans des cas d'hémoptysies, dans les anévrysmes, dans les névralgies.

Zinc. — Employé comme calmant, comme succédané du fer, dans le tabés contre les névralgies.

Soufre. — Nous devons signaler l'effet du soufre et autres éléments des eaux sulfurées, puisque parmi les

eaux sulfatées, il en est comme à Cambo, qui sont en même temps sulfurées, d'autres nettement sulfurées sont employées dans certaines stations qui nous intéressent ici.

D'après Astrié, le soufre irrite la peau, active et modifie les sécrétions, augmente l'appétit et la soif, amène un certain degré d'agitation, un peu de constipation.

Acide sulfhydrique. — Action antiseptique sur la peau, sur la muqueuse digestive, sur la muqueuse des voies repiratoires.

Acide sulfureux, sulfites et hyposulfites. — Ne sont nullement irritants, provoquent l'expectoration, la diurèse. Les sulfites et hyposulfites ont été employés avec succès contre la syphilis ; ils favorisent l'élimination du mercure et, par suite, permettent au malade d'en supporter de plus hautes doses.

Acide sulfurique et sulfates. — Action hémostatique, effets purgatifs et diurétiques.

Carbonates et phosphates. — Diminuent l'acidité du suc gastrique.

Silice et silicates. — Action antifermentescible, acidifient l'urine et agissent dans les cas de cystite purulente, atténuent et font disparaître les accidents goutteux.

Acide carbonique. — Action stimulante sur la peau et sur la muqueuse digestive. L'oxygène, l'hydrogène, l'argon, etc., ne paraissent pas avoir d'action particulière. L'azote qui a été considéré comme un facteur important de l'action sédative est placé par M. Cazaux à côté des autres gaz inertes.

L'action des matières organiques entrevue par M. Garrigou n'est pas définitivement établie.

ACTION DES EAUX SULFATÉES

L'eau a pour but, lorsque nous mettons le corps humain en contact avec elle, soit *intus*, soit *extra*, de rétablir les pertes de l'économie et de permettre à la nutrition cellulaire de s'effectuer dans les conditions exigées par la nature, en même temps qu'elle met les excrétions intra-cellulaires en mesure de s'opérer dans les conditions physiologiques. Si, au lieu de se contenter de remplacer dans l'économie l'eau perdue par les excréta, on lui en fournit de plus grandes quantités, cette eau, qui doit forcément s'éliminer, activera d'abord dans l'économie la formation des déchets uréiques et salins et augmentera leur élimination. Par la pression exercée dans les vaisseaux, elle agira sur les filtres excréteurs et surtout sur les reins; ceux-ci se débarrasseront du liquide en excès et produiront, par son expulsion, un lavage plus intime des tissus. Tel est le résultat que l'on peut obtenir, non pas seulement sur la cellule normale, mais aussi dans les auto-intoxications des goutteux, des dermatiques, des rhumatisants.

L'eau n'agit pas seulement par elle-même comme véhicule des déchets de l'économie ; elle agit aussi par sa température, par son électricité, par tous ses principes physiques et ses composés chimiques.

Par sa température froide, elle agit comme tonique général de l'économie, lorsqu'on l'emploie extérieurement. A l'intérieur, elle appelle les sucs digestifs à la surface de l'estomac. Elle peut, dans ces conditions, exciter l'appétit et les fonctions digestives.

Prise chaude, en boisson, surtout à la température du corps, l'eau est rapidement absorbée et provoque les lavages en grand de l'économie. Elle provoque la sudation et la diurèse.

Le rôle du bain et celui de la vapeur à température élevée sont de tout autre ordre que celui de la boisson. Ces deux modes agissent d'abord en décapant la surface cutanée ; par leur température, ils appellent le sang vers les parties externes et produisent des réactions en même temps que la diaphorèse.

A son tour, l'électricité prend sa part dans l'action si complexe des eaux minérales.

Les eaux sulfatées contiennent surtout du sulfate de soude, du sulfate de chaux, du sulfate de magnésie, du sulfate de fer ; et, selon la quantité de ces divers sels, on peut distinguer divers types d'eaux sulfatées.

Les eaux sulfatées sodiques sont laxatives lorsqu'elles ne sont ingérées qu'à faible dose et deviennent purgatives si on les prend en quantité plus considérable.

Les eaux sulfatées calçiques et carboniques ont une action élective sur les voies urinaires et sur les voies biliaires, si elles sont athermales; thermales, elles ont une action principale sur l'élément rhumatismal. A part la diurèse, elles produisent une surexcitation des conduits urinaires, que ces eaux tonifient en leur imprimant des mouvements contractiles. Ces mouvements finissent parfois par chasser, à la suite de grandes douleurs, des graviers assez volumineux ou de petits calculs. Elles ont des effets analogues sur les conduits biliaires.

Les eaux sulfatées magnésiennes sont très nettement purgatives.

Les eaux sulfatées potassiques sont assez peu communes et leur action est peu connue.

A cause du sulfate de fer qu'elles contiennent souvent en assez grande quantité, ces eaux ont une action tonique et reconstituante.

En absorbant quelques verres d'eau d'Ussat, qui est un type d'eau sulfatée calcique, on observe une surcharge très prompte de l'estomac et de l'intestin, qui finissent par réclamer l'emploi des vomitifs et des purgatifs.

Lorsque le sulfate de magnésie domine, une action franchement diurétique et purgative se manifeste. Le docteur Bouloumié résume ainsi leur action diurétique :

« Chez les sujets bien portants, astreints à un régime régulier avec alimentation réglée, au point de vue de la quantité et de la qualité, les urines ayant été examinées et analysées pendant plusieurs jours de suite, on constate une diurèse manifeste après ingestion de 450 à 600 c. c. d'eau, prise en trois doses de 150 à 200 c. c. Au-dessus de 600 à 700 c. c., pris en trois doses espacées d'un quart d'heure, la diurèse se produit. Dès qu'on arrive à des doses de 250 c. c. par verrées, elle se manifeste presque mathématiquement par une émission survenant après l'ingestion du troisième verre, suivie d'émissions successives se répétant à intervalles de quinze à vingt minutes pendant toute la matinée. Au cours de la boisson se produit habituellement une selle molle ou demi-liquide. L'effet diurétique se manifeste encore après le repas du matin. Rarement il se poursuit au-delà, et même dans l'après-midi, lorsqu'on fait prendre à intervalle de demi-heure deux à trois doses d'eau, 150 à 200 c. c., la diurèse ne s'accuse guère. L'urine est limpide, à peu prés incolore, de faible densité, mais au total la quantité de matériaux éliminés en vingt-quatre heures est supérieure à la normale. »

Au point de vue spécial de l'élimination de l'acide urique, M. Bouloumié a fait des recherches chimiques et micrographiques qui lui ont permis d'affirmer que la diminution définitive de la quantité fabriquée et excrétée, après une courte période d'exagération, était la conséquence de l'action des sulfates calcique et ma-

gnésien, ce qui a fait dire à Mallez que le résultat ainsi obtenu était une véritable saignée d'acide urique.

Patezon, Lécorché, Rodet ont parfaitement confirmé ces résultats. Capvern et Aulus sont les eaux qui se rapportent le plus à cet ensemble de phénomènes physiologiques.

Les premiers jours du traitement par les eaux, on constate, dans quelques cas, une certaine excitation du cœur. Les malades se plaignent parfois de palpitations, de vertiges, de tintements d'oreille et d'un peu de lourdeur de tête; mais ce sont là des phénomènes de surexcitation du système vasculaire très fugitifs. Le calme, le bien-être ne tardent pas à les remplacer. Les malades qui, depuis plusieurs jours, sont soumis à l'action de ces eaux éprouvent encore de l'agitation la nuit, de l'insommie; d'autres sont tourmentés par des démangeaisons produites par quelques éruptions cutanées passagères et par une augmentation de caloricité.

Il s'agit là de phénomènes que les observateurs ont convenu d'appeler poussé thermale ou fièvre thermale.

D'après les auteurs du Dictionnaire des eaux minérales, on doit entendre par poussée thermale une éruption accidentelle de la peau à manifestations variables; elle s'accompagne parfois d'embarras gastrique avec fièvre, c'est la fièvre thermale.

Dans chaque station, les médecins ont observé des phénomènes analogues, avec des variations selon les stations ; chaque catégorie d'eau minérale réveille de préférence tel ou tel symptome : constipation, inappétence, diarrhée, fatigue, courbature, sécheresse de la peau, fièvre, attaque de goutte, évacuation sudorale, urinaire ou intestinale.

A ces phénomènes, fait suite ce que Bordeu appelait le remontement général de l'organisme. Le sang circule plus facilement, la nutrition se fait mieux, l'innervation est plus régulière, on se sent plus d'entrain et de force,

les membres sont plus agiles, la locomotion est plus facile, on dort mieux, on est plus gai ; c'est comme un rajeunissement de tout le système.

Sur l'appareil digestif, les eaux sulfatées employées contre les dyspepsies agissent surtout sur l'élément douleur ; elles rendent tolérants des estomacs tourmentés par des douleurs intenses, combattant surtout les troubles nerveux, tandis qu'on s'adresse aux eaux bicarbonatées pour modifier le chimisme gastrique.

Contre les entéro-colites et les dysenteries, elles agissent par leurs effets purgatifs.

Leur action excitante sur la fonction urinaire fait indiquer les eaux sulfatées dans tous les cas où cette fonction a besoin d'être rétablie ou excitée (albuminuries essentielles, maladies infectieuses, goutte, lithiase urinaire).

Les affections des organes génitaux de l'homme que l'on peut soigner aux eaux sulfatées se résument dans les phénomènes douloureux de la blennorrhagie. Chez la femme, les eaux sulfatées agissent bien dans les cas d'aménorrhée liée à une nutrition languissante ; elles agissent bien chez les malades nerveuses, dans les cas de métrite chez des arthritiques ; dans toutes les stations, ce sont les eaux à température de 30° à 35° qui, plus sédatives, agissent plus favorablement. Les eaux qui ont la réputation de guérir la stérilité de la femme agissent en relevant l'organisme ou en modifiant une lucorrhée acide et, dans certains cas, en calmant un état de surexcitation nerveuse.

Les eaux sulfatées agissent sur l'appareil vasculaire en modifiant la valeur des globules rouges par le fer quand elles en contiennent. Les travaux de nombreux auteurs ont démontré que les affections cardiaques peuvent et doivent être soignées aux eaux thermales ; le degré de l'artério-sclérose et de l'état du myocarde règleront les contre-indications. M. Garrigou a observé chez un malade qu'il avait envoyé à Dax, après plu-

sieurs semaines de traitement par les bains de boue, une amélioration notable de l'état général et une diminution considérable des souffles cardiaques. MM. de Lagarde et Gandy à Bagnères-de-Bigorre, M. Labatut à Dax, ont observé des résultats analogues.

Les névroses, l'hystérie, la chorée réclament des eaux sédatives ; il faut en même temps relever les forces. Dans presque toutes les stations sulfatées, on peut obtenir des effets de sédation sur le système nerveux. Et parmi les eaux comparées d'une station à l'autre ou dans une même station, il faut distinguer au point de vue de l'action sédative. C'est ainsi qu'à Bagnères-de-Bigorre et Rennes-les-Bains les eaux qui se donnent en bains et en douches sont classées, d'après leur action sur le système nerveux, en sédatives, intermédiaires et excitantes. Ces propriétés, sédation et excitation, semblent inexplicables de la part de sources ayant toutes la même composition chimique à peu de chose près. Il est à remarquer que les sources excitantes sont précisément les plus chaudes, les sources sédatives les plus froides.

Filhol, dans les eaux de Bagnères, avait remarqué que les plus excitantes contenaient le plus de fer. Mais, d'après les analyses de Willm, on peut se rendre compte que l'opinion de M. Filhol ne peut pas être admise. La chimie a obligé aussi à rejeter l'opinion de M. Ferras, qui voyait une liaison entre l'action sédative et la richesse de l'eau en azote.

M. le professeur Garrigou, étudiant l'électricité des eaux minérales, a trouvé, notamment à Bagnères-de-Bigorre, que, si on classait les eaux par l'intensité du déplacement imprimé à l'aiguille du galvanomètre interposé sur le trajet du fil réunissant les deux électrodes plongées dans l'eau, cette classification correspondait à la classification physiologique : sédatives, intermédiaires, excitantes ; les eaux contenant le plus d'électricité étant les plus excitantes.

Les affections de l'appareil respiratoire relèvent surtout des stations sulfurées; néanmoins, par les sulfures que contiennent certaines sources, en même temps que par leur arsenic, elles agissent sur les bronchites chroniques, sur les affections du nez et de la gorge; enfin certaines stations sulfatées, par leur climat doux, calme, chaud, sont un lieu de séjour très favorable aux tuberculeux; les eaux sulfatées agissent aussi chez ceux-ci par leur arsenic.

Le traitement de l'anémie relève de la médication ferrugineuse; mais il est des cas où cette médication échoue. La connaissance des méthodes métalloscopiques, des pratiques qu'on désigne sous le nom de Burquisme donne l'explication de ces insuccès. En effet, chez les anémiques nerveux, sensibles à tel ou tel métal autre que le fer, c'est ce métal qui agira pour le remontement général de l'économie, là où le fer aura échoué. Aussi la recherche de la sensibilité aux divers métaux, comme l'a pratiquée M. le professeur Garrigou en appliquant les principes de Burq, serait-elle un puissant adjuvant dans le choix de la station minérale utile à l'anémique.

Parmi les maladies infectieuses, nous trouvons d'abord la classe des rhumatisants nerveux qui doivent surtout être dirigés sur les stations sulfatées; de même, les malades sanguins qui aux eaux sulfurées seraient exposés à des congestions dangereuses.

On peut encore mieux agir en ajoutant à l'action des eaux sulfatées, celles des boues médicinales de certaines de ces stations.

De nombreuses sources ont la réputation de guérir la syphilis; les accidents primitifs ne sont jamais guéris par les eaux minérales, les accidents tertiaires y trouvent un grand bénéfice, mais elles s'adressent surtout aux accidents secondaires. Les résultats sont expliqués par l'analyse, la source des Trois-Césars d'Aulus, qui a la plus brillante renommée dans le traitement de

cette affection, a été analysée par M. Garrigou qui y a découvert des éléments qui ont une action antisyphilitique, mercure, brome, sulfites et hyposulfites.

Chez les paludéens, les malades ayant une grosse rate, sujets ayant séjourné aux colonies, la série des eaux purgatives agit très favorablement ; pour les uns, ces eaux agissent par leur arsenic ; pour d'autres, par leurs propriétés reconstituantes.

Dans les affections de la peau, manifestations de l'arthritisme on peut employer les eaux sulfatées (eczéma, lichen, psoriasis, pythiriasis, prurigo, acné); elles agissent encore quand les dermatites sont liées à des troubles nerveux.

Les inflammations articulaires ou péri-articulaires consécutives à une entorse ou une luxation, les atrophies musculaires liées à ces mêmes affections ou à une fracture sont bien modifiées par les bains et douches aux eaux sulfatées et encore mieux par les bains de boues.

On s'explique facilement les divers effets des eaux prises en boisson par la composition chimique ; la présence de certains éléments expliquait tels ou tels effets. Mais les résultats si remarquables par les eaux administrées en bains ont reçu des interprétations diverses et toujours hypothétiques.

On s'est demandé si le corps trempé dans l'eau n'était pas imbibé par elle, en somme si la peau ne se laissait pas traverser par l'eau et les éléments qu'elle contient.

Dès 1814, Seguin avait fait un certain nombre d'expériences qui lui démontraient que la peau n'absorbait pas, à moins qu'on ne l'ait nettoyée et lavée. Et c'est sur l'emploi ou non de ce nettoyage qu'ont résidé toutes les différences d'appréciation des experimentateurs modernes, et tous les désaccords qui ont régné ou qui règnent encore entre eux.

Magendie, en 1829, montrait que l'épiderme est un obstacle direct et naturel à l'absorption cutanée. Chaus-

sier, Lebkuchner, Nysten, Maden arrivent à la conclusion que la peau absorbe les gaz.

En 1847, Eberhard retrouve le mercure dans le corps muqueux de Malpighi, après des frictions à la pommade mercurielle. Stass, expérimentant sur lui-même, trouva l'iode dans les urines après s'être badigeonné pendant quatre jours de suite toute la face antérieure du thorax. Il en conclut que l'absorption s'était effectuée après la destruction de l'épiderme.

Nous ne pouvons pas énumérer toutes les expériences ayant trait à cette question. M. du Mesnil, dans un important mémoire, arrive aux conclusions suivantes : Les solutions aqueuses pulvérisées, même à une haute température, ne sont absorbées que si la peau est soumise à une macération ou à une surchauffe. Lorsque la couche cornée et les couches sous-jacentes sont suffisamment ramollies et imbibées, la peau absorbe les substances en solution dans l'eau. Elle peut, dans quelques cas, absorber les substances incorporées dans certaines pommades, par de simples onctions. Elle absorbe ces mêmes substances à la suite de frictions énergiques.

De toutes ces expériences, on peut conclure que si le corps plongé dans un bain n'absorbe pas d'une façon bien sensible les substances qui y sont dissoutes il peut cependant en absorber des quantités minimes lorsqu'à la suite de frictions, de massages ou de bains prolongés et chauds, l'épiderme a subi le décapage indispensable pour permettre le passage de ces substances.

De nombreuses expériences sont venues prouver que la pénétration de certaines substances dans l'économie est puissamment aidée, si à la balnéation s'ajoute l'électricité.

On a donné le nom de diélectrolyse à l'osmose par l'aide d'un courant électrique; la substance transportée sera d'abord décomposée et suivant que l'on fait agir tel ou tel pôle, c'est l'un ou l'autre des éléments de la substance décomposée qui pénètre dans l'économie.

Pivati, Bianchi, Richardson, Remath, Broudel, Laurent ont successivement fait des expériences dans ce sens, Edison annonçait que le courant allant de l'eau d'un bain chargé de lithine au malade, avec une intensité de 4 milliampères, facilitait le passage de la lithine à travers la peau de l'homme. Il disait de plus que par ce moyen, il avait guéri de nombreux goutteux et fait disparaître bon nombre de tophi. Aubert étudie le passage des alcaloïdes. Des expériences de Labatut, Jourdanet, Portes, il résulte que le courant continu est le mode électrique le plus favorable pour la pénétration des substances dans l'économie.

Nous voyons donc que dans un bain l'organisme sera soumis à plusieurs facteurs : à la température, à l'électricité, à la composition chimique de l'eau. En somme, les eaux minérales sont des solutions animées, très actives, des métaux les plus divers.

M. Durand Fardel compare les eaux minérales, élément d'actions thérapeutiques, à l'alimentation, élément des fonctions digestives. L'essentialité des effets thérapeutiques qui caractérisent les eaux est due à l'union intime, indissoluble des différents éléments chimiques, secondaires ou même inertes, et de l'élément chimique dominant. Ce qui se passe dans l'eau minérale, matière médicamenteuse, se passe dans l'aliment, matière de nutrition.

Nous n'arrivons pas à une alimentation effective avec de l'albumine seule, de la fibrine, de la fécule, de la graisse. Il faut qu'à ces principes s'ajoutent des principes accessoires, sans rôle apparent, si nous voulons nous nourrir, si nous voulons vivre. Malgré les contradictions qu'elle a soulevées, cette thèse tend à remplacer l'inexpliqué, le mystérieux, le *quid divinum* du mode d'action des eaux minérales, par des actes et des phénomènes de physiologie pure.

Outre l'action physiologique des eaux, nous devons étudier celle des boues minérales. L'action physiolo-

gique de ces boues dépend de leur température et de leur minéralisation.

Plongé dans un bain de boue, le malade éprouve un sentiment de vive oppression qu'explique la densité du milieu. Le premier effet immédiat sur la peau est un sentiment de vive chaleur accompagné de sensation de cuisson, qui disparaît par le fait de l'habitude. La peau est rouge, la circulation active, la sécrétion sudorale augmentée. Les douleurs névralgiques augmentent d'intensité puis s'émoussent et disparaissent.

L'épiderme est soumis à un décapage des plus sérieux, surtout si les applications de boues sont accompagnées de frictions et il peut alors être en état d'absorber certaines substances minérales dissoutes dans le bain.

La circulation étant accélérée, la vitalité des tissus est augmentée et leur atonie combattue.

Ces mêmes boues peuvent être employées en applications locales; elles produisent une douce chaleur, agréable même au point d'application, mais la rougeur ne tarde pas à apparaître et s'accompagne ordinairement de fourmillements plus ou moins marqués. Vers la dixième minute après le commencement de l'application, la chaleur s'étend sur tout le corps et la sueur ne tarde pas à perler sur les tempes et le front et à devenir générale.

On a longtemps prétendu que les boues, en applications locales, devaient leur efficacité à la thermalité seule ; mais si la chaleur, dont l'action est sans doute prépondérante agissait seule, pourquoi n'obtiendrait-on pas les mêmes effets avec des cataplasmes faits avec une terre ordinaire et maintenus à une haute température. Nous savons que les boues végéto-minérales ont sous l'influence des algues thermales, une vitalité propre.

Ces hydrophytes s'emparent d'une partie de l'acide carbonique des sels contenus dans l'eau minérale ; les bicarbonates passent à l'état de carbonates insolubles

et sont précipités : les sulfates sont décomposés à leur tour ; leurs sels dérivés s'emparent du fer et forment un sulfure donnant à la boue sa couleur noirâtre et son odeur *sui generis*. Ces divers actes de biologie ne sauraient évoluer et passer inaperçus pour l'organisme mis en contact avec tel ou tel agent. Les phénomènes chimiques et électriques provoqués par la présence des conferves doivent très probablement jouer un rôle important dans les effets thérapeutiques.

INDICATIONS DES PRINCIPALES STATIONS SULFATÉES

Cambo. — Au moyen-âge, les Basques descendaient de leurs montagnes, le jour de la Saint-Jean, pour aller boire l'eau merveilleuse de Cambo et puiser dans cette source l'immunité qui durant toute l'année devait les mettre à l'abri de toute maladie.

Petit à petit, la renommée de ces eaux s'étendit et elles furent visitées par des personnages de marque. Depuis Napoléon Ier qui avait résolu d'y fonder un hôpital militaire, projet qui ne put être exécuté, la vogue de Cambo grandit sans cesse.

Grâce à la source ferrugineuse, dont l'eau très légère est très bien tolérée et peut être bue aux repas dans du vin, les anémiques, les chlorotiques à troubles nerveux y séjournent avec fruit.

L'eau sulfurée sulfatée, bue à la dose de 2 à 6 verres chaque matin, produit une légère excitation, la diurèse, de légers effets purgatifs. Elle s'adresse aussi aux coliques néphrétiques, gravelle, congestion du foie, lithiase biliaire. Elle calme les douleurs de l'estomac et s'adresse à la gastralgie, à l'hyperchlorhydrie. L'eau sulfurée et l'eau ferrugineuse employées simultanément, permettent d'entreprendre la cure de la dyspepsie atonique, du lymphatisme, des fièvres intermittentes.

En bains, l'eau sulfurée sulfatée sera utilisée chez les névropathes, chez les femmes atteintes de génitalités, chez les sujets porteurs d'affections de la peau, chez les rhumatisants.

En inhalations, pulvérisations, gargarismes, boisson, elle s'adresse aux affections des voies respiratoires : angine, pharyngite, laryngite, bronchite, asthme, emphysème. Les neurasthéniques, les sujets surexcitables tireront un grand bénéfice du climat. Ce climat, en effet, par sa douceur, par sa constance, par la pureté de l'air, joints au calme et à la beauté du site, est un facteur de grande importance. Aussi les tuberculeux, au début, trouvent de très grands bénéfices à y séjourner, auxquels s'ajoutent encore les ressources de l'eau à sulfuration légère. Etant donnée la douceur de l'hiver, les malades peuvent y aller toute l'année.

Bagnères-de-Bigorre. — La ville de Bagnères présente toutes les ressources désirables pour un séjour prolongé et, malgré son calme, elle constitue une station fort brillante.

Parmi les sources nombreuses, les unes sont très excitantes (Reine, Salies, Dauphin), d'autres moyennement excitantes (Foulon), les autres calmantes (Salut, Saint-Barthélémy, les Yeux).

Les premières s'adressent aux anémiques, aux malades déprimés ; la source de Salies a la propriété de guérir les plaies ; les Anciens lui attribuaient la propriété de guérir la syphilis.

La source du Foulon réussit très bien dans le rhumatisme viscéral, elle le fait disparaître d'une manière durable et presque certaine.

La source de Salut est spécialement réservée aux neurasthéniques et aux affections de l'appareil génital de la femme.

A la buvette, les goutteux, les calculeux font une cure avec succès.

Plusieurs sources, au nombre desquelles celle de Salies, sont employées pour le traitement des affections catarrhales de l'arbre respiratoire.

Les diverses formes de la neurasthénie, les accidents

douloureux de l'hystérie, la chorée, la migraine, la maladie de Basedow, toutes les névralgies simples, l'ataxie locomotrice à ses débuts, certaines hémiplégies, les formes nerveuses de l'arthritisme, sciatiques, névralgies, viscéralgies, entéralgie rhumatismale, tous les troubles nerveux qui accompagnent les maladies des femmes, en résumé, les névropathes simples et arthritiques, relèvent de Bagnères-de-Bigorre.

Le lymphatisme, les affections des voies respiratoires, les formes simples de la tuberculose, les affections catarrhales du larynx et des bronches sont traités par l'eau de Labassère.

La présence notable de l'arsenic dans les eaux sulfatées, l'emploi de l'eau de Labassère, la douceur du climat sont autant de facteurs qui s'ajoutent pour rendre cette station favorable aux phtisiques qui peuvent y passer l'hiver.

Pour les affections de l'arbre aérien, existent des appareils de humage, pulvérisations, douches. Les eaux les plus calmantes ont, d'après de nombreuses observations, notamment d'après celles de M. Gandy, une action résolutive réelle sur les affections organiques et valvulaires du cœur. On note de nombreux succès dans le traitement des affections cutanées, lichen, psoriasis, eczéma, succès qu'explique l'arsenic de ces eaux et accrus par l'emploi des bains prolongés.

Les maladies de la peau, les rhumatismes, les accidents goutteux sont, suivant le tempérament des sujets, traités à des eaux excitantes fortes, moyennes ou faibles.

Capvern. — A l'extrémité sud-ouest de l'aride plateau de Lannemezan, s'élève Capvern, derrière un rideau de grands chênes. Les sources naissent à quelque distance du village, la Hount-Caoude, dans un vallon très boisé, où se sont élevés des hôtels et le magnifique établissement thermal, le Bouridé, à deux kilomètres

de là, dans une gorge très pittoresque. Le site est très calme, très frais ; l'air très pur ; le malade trouvera beaucoup de quiétude durant son séjour, qui aura lieu, de préférence, de juin à septembre. L'eau de la Hount-Caoude donne des résultats dans les dyspepsies liées à l'atonie des organes digestifs ou à l'anémie.

On emploie simultanément l'eau en douches, bains et boisson.

Les congestions chroniques du foie, les calculs biliaires, les coliques hépatiques subissent une amélioration notable sous l'influence des eaux de Capvern employées en bains et surtout en boisson.

L'élimination de l'acide urique, puissamment activée par ces eaux, les fait indiquer dans les cas de lithiase urinaire, calculs et goutte à la dose de 4 à 6 verres le matin.

Les affections catarrhales de la vessie, de la prostate, de l'urèthre sont heureusement modifiées par ces eaux, surtout par celles du Bouridé qui sont plus calmantes.

Les diabétiques y sont traités avec succès.

Les dysménorrhées, métrorrhagies, métrites chroniques, stérilité relèvent surtout des eaux calmantes du Bouridé ; ces eaux s'adressent aussi aux névroses, hystérie, chorée et aux névralgies.

C'est surtout dans la goutte que les eaux de Capvern sont précieuses. On a dit à ce propos que Capvern était le Vichy du Midi ; ceci est inexact, Capvern est le Vittel ou le Contrexeville du Midi, car ces deux eaux sont celles qui se rapprochent le plus du groupe que nous étudions dans les Pyrénées.

Labarthe-de-Neste. — L'eau de cette petite station, employée en boisson à la dose de 2 à 6 verrées par jour, excite l'appétit et combat la constipation. Elle s'adresse aux cas de dyspepsies, aux troubles digestifs des anémiques.

Employée en bains, elle est très calmante et employée avec succès chez les sujets surexcitables.

Labarthe-de-Rivière. — La station est des plus modestes; les deux établissements, dont un très important, sont situés à l'extrémité Est du village de Labarthe, qui par lui-même est assez coquet. Le séjour est calme et très tranquille. Les eaux sont très légèrement purgatives et s'adressent aux troubles dyspeptiques des anémiques et des névrosés. Les malades qui y séjournent sont plus particulièrement des névropathes.

Encausse. — La station d'Encausse, qui va de nouveau être exploitée activement, a eu, à l'époque du docteur Dargut, son heure de succès et de notoriété. L'eau employée en boisson excite l'appétit, est laxative et facilite la digestion ; elle s'adresse aux dyspeptiques, aux diarrhées chroniques, principalement aux entérites des pays chauds. Ces eaux décongestionnent le foie, sont diurétiques et employées dans la gravelle et dans la goutte.

Elles agissent très bien contre le rhumatisme, contre les ankyloses et les vieilles plaies.

Leur action fébrifuge est utilisée avec succès dans les fièvres intermittentes. De tout temps, ces eaux modifient très heureusement les dermatoses des arthritiques.

Leur action la plus remarquable est celle qui s'exerce sur le système nerveux ; les hystériques, les femmes névrosées qui ne sauraient supporter des eaux plus spéciales et plus actives, les femmes atteintes de métrite chronique et d'autres inflammations génitales accompagnées de troubles nerveux ont tout bénéfice à employer les eaux d'Encausse en bains et en douches.

Barbazan. — Les malades qui habitent soit à la station, soit à Barbazan ou à Loures, se trouvent dans un site des plus riants et des plus calmes.

Le climat, très doux, permet le séjour dès les premiers jours du printemps.

L'eau est employée en boisson à la dose de deux à huit verrées le matin, dans les affections gastro-intestinales, dans les cas de dyspepsie nerveuse, de troubles digestifs des chlorotiques ; elle a des effets nettement purgatifs. Elle est très diurétique et utilisée dans les cas de goutte. Elle a une action excessivement active chez les malades atteints de paludisme, de congestion du foie et de la rate, d'affections intestinales des pays chauds.

Employée en bains, elle calme les accidents congestifs des goutteux et des rhumatisants sanguins et nerveux.

Siradan. — A l'entrée de la vallée de la Barousse, l'établissement est situé dans un site pittoresque et charmant. On y trouve le confortable des grandes stations. Les anémiques, les chlorotiques ont à faire un petit trajet à travers des prairies ombragées sur le versant du Mayrouth pour aller boire à la source de l'eau du Pré ou du Chemin. Ces eaux sont très bien tolérées et très reconstituantes. La source du Lac est employée en boisson à la dose de quatre à dix et même douze verres et est très bien digérée ; elle s'adresse aux dyspeptiques, à la constipation des arthritiques, aux accidents provoqués par les hémorrhoïdes ; aux cas de lithiase urinaire, à la goutte, aux congestions du foie, à la lithiase biliaire, au catarrhe vésical.

Employée en bains, elle s'adresse aux rhumatisants nerveux, aux rhumatisants trop excités par les eaux de Luchon, aux accidents survenus chez des goutteux ou des rhumatisants pléthoriques.

Ces eaux s'adressent aux sujets nerveux, aux femmes atteintes d'affections génito-urinaires. Comme les eaux de Capvern ou de Bagnères-de-Bigorre, les eaux de Siradan ont la réputation de guérir la stérilité. On

les emploie avec succès chez les leucorrhéiques, les dysménorrhéiques, dans toutes les affections inflammatoires douloureuses de l'utérus, des trompes, des ovaires.

Audinac. — Appelé le petit Vichy de l'Ariège, Audinac est dans un site très ombragé et très calme, où le séjour est des plus tranquilles. La source Louise est employée en boisson dans le traitement de la chlorose et des affections du tube digestif : dyspepsie, constipation, congestion du foie. D'après les docteurs Sentein et Castillon, cette eau agit dans le cas de vomissements aussi bien que la potion de Rivière.

On l'emploie dans la lithiase urinaire chez les goutteux et les diabétiques. Elle a beaucoup d'efficacité contre les fièvres intermittentes.

Les troubles nerveux de la ménopause, l'hystérie, les diverses manifestations de nervosisme, les migraines s'amendent par l'emploi de ces eaux en bains.

Aulus. — A Aulus, les eaux sont employées en boisson à des doses considérables sans autre inconvénient qu'un peu de diarrhée ; elles sont très bien tolérées ; aussi les use-t-on chez les dyspeptiques, chez les constipés, dans les cas de colique de plomb, de congestion hépatique, de lithiase urinaire et de goutte.

En bains et en douches, elles donnent d'excellents résultats chez les rhumatisants, dans les cas de névralgies ou névrites, chez les malades porteurs de dermatoses. Borde-Pagès rapporte de nombreux cas de guérison de dartres ulcéreuses, scrofuleuses, sèches, humides, lichenoïdes, papuleuses, squameuses ou pelliculeuses, avec ou sans prurit.

On connaît leur réputation bien justifiée dans les cas de syphilis secondaire, leur action favorable dans la syphilis tertiaire. Borde-Pagès a vu des douleurs ostéocopes cesser, des adénites diminuer, des tumeurs gommeuses se cicatriser, des ulcères se dessécher, des

écoulements tarir ; enfin, des malades pales, délabrés, énervés par les traitements spécifiques, reprendre bientôt leur force et leur vigueur.

Ussat. — C'est la station pyrénéenne par excellence, des dames. Les modes et les habitudes du jour l'ont faite abandonner parce qu'elle est trop calme et trop monotone et la cause de ce reproche est justement une qualité puisque la catégorie de malades à qui elle s'adresse ont besoin de repos, d'isolement, de quiétude.

On peut employer l'eau en boisson chez les dyspeptiques, les gravelleux, les goutteux, etc., mais c'est surtout en bains et en douches que ces eaux sont utilisées ; les bains sont à eau courante.

Les affections nerveuses : hystérie, chorée, guérissent presque à coup sûr à Ussat ; de même que les névralgies les plus diverses.

C'est dans les affections de l'utérus et de ses annexes que les eaux d'Ussat sont utilisées avec le plus de succès. Les métrites, périmétrites, salpingites, ovarites, voient d'abord disparaître les symptômes douloureux, puis, peu à peu, les inflammations s'atténuent, se calment, se résolvent.

Aux bains on adjoint les douches vaginales ou bien le spéculum de bain.

Ginolles. — Dans cette petite station, l'eau est d'une abondance extrême ; elle est très bien tolérée en boisson et rend de grands services dans les cas de dyspepsie, d'entérites ; elle excite l'appétit, est tonique et, par suite, s'adresse aux anémiques. On l'emploie comme l'eau de Capvern dans les maladies des voies urinaires (lithiase, néphrites), dans la goutte et le diabète.

En bains, elle convient aux névropathes.

Campagne. — Petite station trop peu connue, dont l'eau prise en boisson a des effets remarquables sur les affections du foie et les inflammations catarrhales du tube digestif. D'après Frejacques, elle a donné de nombreux succès dans le traitement des fièvres intermittentes.

En boisson et en bains, elle s'adresse aux affections utérines ; elle a plus particulièrement des effets merveilleux chez les chlorotiques aménorrhéiques et dysménorrhéiques.

Rennes-les-Bains. — Station très calme, mais offrant beaucoup de ressources. Les nombreuses sources ferrugineuses permettent d'y soigner les anémiques, les chlorotiques, les débilités.

Parmi les eaux sulfatées, nous trouvons une gradation au point de vue des phénomènes d'excitation.

Les bains doux s'adressent aux névralgies, névrites, sciatiques, affections utérines douloureuses et en même temps au rhumatisme aigu.

Les bains de la Reine sont employés chez les rhumatisants, chez les goutteux ; on cite des cas d'amélioration de tumeurs blanches ; ils s'adressent encore aux affections des organes génitaux de la femme.

Les bains forts sont réservés pour les paralysies, les ankyloses ; on les emploie dans toutes les manifestations de la scrofule et du lymphatisme.

Foncirgue. — Le site est assez pittoresque, mais l'établissement est des plus primitifs ; l'eau employée en bains a des effets très calmants et s'adresse aux sujets surexcités. C'est surtout en boisson que l'eau de Foncirgue est employée et son emploi mériterait de prendre une grande extension. Elle est très précieuse pour tous les cas où il faut opérer un grand lavage de l'économie : lithiase biliaire, néphrites, goutte, lithiase urinaire, etc. Très légère et très facilement digérée, en

même temps qu'agréable à boire, elle donne de nombreux succès dans les affections du tube digestif. Ses qualités sont très connues dans le pays et notre frère l'a vue, dans la clientèle de M. le docteur Lafitte, de Chalabre, agir merveilleusement sur des malades atteints de gastro-entérite. Le lait coupé avec de l'eau de Foncirgue est toujours très bien digéré.

Dax. — Dax est, sans contredit, la station sulfatée qui offre le plus de ressources thérapeutiques. Dans cette station, en effet, on trouve un climat des plus doux, des eaux sulfatées chaudes, des boues végéto-minérales, un gisement de sel gemme, des eaux salines, les eaux sulfureuses de Gamarde et de Tercis, qui y sont transportées.

Le climat sédatif, est très utile pour les phtisiques à manifestation éréthiques et en général pour tous les névropathes ; grâce à ce climat, on peut faire tous les traitements pendant l'hiver.

Les eaux sulfureuses de Gamarde et de Tercis en boisson et pulvérisation, permettent de soigner les affections des voies respiratoires, et certaines affections des voies digestives (angines, pharyngites, gastrites). Les eaux salines et les dépots de sel gemme permettent de faire des bains chlorurés très utiles chez les lymphatiques, chez les scrofuleux, les chlorotiques, les porteurs d'ostéites, chez les femmes atteintes d'affections des organes génitaux.

Les eaux sulfatées sont ordonnées en boisson aux dyspeptiques, aux constipés, aux malades atteints de lithiase urinaire, de catarrhe vésical, de congestion hépatique, de goutte. En bains, on les emploie chez les rhumatisants, chez les goutteux, dans les affections utérines, dans les dermatoses d'origine arthritique, chez les névropathes, dans les affections médullaires, en particulier, l'ataxie locomotrice ; dans les névralgies et névrites. Ces eaux, ont des effets sédatifs et résolutifs,

un grand nombre d'arthrites, hydarthroses, tumeurs blanches, entorses, aukyloses, rétractions tendineuses, rhumatisme musculaire, etc. Et dans toutes ces affections, l'action est encore plus efficace si on emploie les bains de boues végéto-minérales ; par les boues, on traite les dermatoses, les déformations articulaires, des ankyloses, des accidents rhumatismaux qui avaient résisté au seul emploi des eaux. On leur adresse aussi les malades atteints de paralysies, d'atrophies musculaires. On les emploie avec succès chez les cardiaques. Dans les cas où les bains de boues produisent des phénomènes congestifs très marqués, on utilise les applications locales.

Préchacq. — La station offre comme à Dax, de nombreuses ressources. Le climat est tiède, sédatif, l'hiver y est très doux.

Une source sulfureuse froide, permet le traitement des affections respiratoires et autorise le séjour des phtisiques.

Les eaux sulfatées chaudes, sont employées chez les dyspeptiques, les anémiques, les gravelleux, les goutteux.

Les bains d'eaux sulfatées, s'adressent aux rhumatisants, aux goutteux, aux femmes atteintes d'affections génitales, aux névrosés, aux choréiques, aux tabétiques, aux dermatoses.

L'emploi des boues a les mêmes indications qu'à Dax, et comme dans cette station, on peut faire supporter à des cardiaques des bains de boues à haute température et obtenir ainsi des effets résolutifs internes. On y utilise, de même, les applications locales de boues.

Barbotan. — Dans cette station, l'établissement bien aménagé permet d'utiliser les eaux très abondantes et les boues, comme aux stations de Dax et de Préchacq. Les indications sont à peu près les mêmes.

L'eau en boisson à la dose de 4 à 8 verrées par matin, est employée chez les anémiques, les dyspeptiques, les constipés, les gravelleux, les goutteux ; dans les cas de congestion hépatique, de lithiase biliaire, etc.

En bains et en douches, l'eau s'emploie chez les rhumatisants, les goutteux, les nerveux ; elle a une action très marquée sur les névralgies, les affections génitales de la femme, le rhumatisme musculaire, les dermatoses.

Les bains de boues sont employés chez les rhumatisants, les goutteux, les sujets porteurs d'ankyloses, rétractions musculaires et tendineuses, ulcères, vieilles plaies, dermatoses rebelles, etc., et chez les cardiaques.

Thil. — Les eaux de la source supérieure sont laxatives et diurétiques, elles excitent l'appétit et sont employées dans les cas de dyspepsies, de constipations, d'inflammations catarrhales du tube digestif.

La source inférieure est très reconstituante et ordonnée aux anémiques, aux chlorotiques, aux débilités.

Dans un travail récent sur les eaux de Thil, M. le professeur Garrigou cite plusieurs cas de guérison, par l'emploie de ces eaux, chez des dyspeptiques, des gravelleux; dans certaines affections pulmonaires, dans des affections ulcéreuses, des vomissements de la grossesse, et donne l'observation d'un cas de guérison d'intolérance gastrique absolue.

RÉSUMÉ

Les eaux sulfatées sont répandues dans tous les points de la chaîne pyrénéenne et même du bassin sous-pyrénéen.

Elles jaillissent à des altitudes faibles ou moyennes, rarement élevées ; on en trouve dans presque tous les terrains, depuis les terrains de transition jusqu'aux terrains tertiaires. Néanmoins elles sont en rapport constant avec des pointements triasiques situés à une plus ou moins grande distance du lieu de leur émergence. Les stations où on les exploite sont généralement situées à l'entrée des vallées, tandis que les eaux sulfurées se cantonnent plus profondément. Le climat est doux, dans beaucoup de stations sulfatées, le séjour est possible pendant une grande partie de l'année et, dans quelques-unes, même en hiver.

D'après leur composition chimique, on peut les distinguer en sulfatées : sodiques, calciques, magnésiennes et ferrugineuses. L'analyse de la source des Trois-Césars, à Aulus, déjà ancienne, a montré la grande variété de métaux trouvés dans ces eaux ; l'exposition des analyses d'après la méthode des sels dissociés a fait la lumière sur l'action physiologique des eaux minérales. Elle aide surtout à comprendre la richesse électrique des eaux. En physiologie et en thérapeutique, on explique les effets obtenus par la médication

thermale en tenant compte de la composition chimique, de la thermalité, de l'état électrique.

Certaines stations sulfatées possèdent, en outre des eaux, d'autres ressources précieuses, les boues.

Les eaux sont utilisées en boisson, en bains et en douches ; les boues en bains ou en applications locales.

La majorité des stations sulfatées offre une installation qui assure au malade toute garantie de confort et d'hygiène ; à côté des grandes stations, il en est de moins importantes qui s'améliorent, d'autres qui se perdent, faute d'être correctement exploitées.

En un mot, les eaux sulfatées avec les nombreuses variantes de leur composition chimique et de leurs propriétés physiques, constituent un médicament qui, intelligemment manié par le thérapeute, lui permet d'obtenir des résultats heureux dans des affections très diverses.

Vu et approuvé :
Le président de la thèse,
GARRIGOU.

Vu : *Le Doyen*,
CAUBET.

Vu et permis d'imprimer
Toulouse, le 26 janvier 1901.
Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,
PERROUD.

BIBLIOGRAPHIE [1]

1900 Gandy. — Le groupe des eaux sulfatées calciques.

— Garrigou. — Les médications hydrothermales complexes.

— Mitrophane de Lestchensky. — Phénomènes électriques des eaux minérales et de l'eau de mer.

Annales d'hydrologie et de climatologie :

1899 Censier. — Etude sur les cardiopathies.

— Piatot. — Sur la cure hydro-thermo-minérale appliquée aux affections du cœur.

1898 Caulet. — Guérison d'un cas de pyélite.

— Censier. — Traitement des phlébites.

— Frenkel. — Analyse de la source du prieuré à Saint-Christau, exposée d'après la méthode des sels dissociés.

1897 Benard. — Quelques réflexions relatives à la poussée thermale.

— Boursier. — La poussée thermale.

— Cazaux. — Sur la poussée thermale.

— — Sur l'azote des eaux minérales.

— De Lavarenne. — La poussée thermale.

— — Syphilis et eaux sulfureuses.

— De Ranse. — La crise thermale aux eaux indéterminées.

— Duhourcau. — De la poussée thermale.

— Durand-Fardel. — La poussée thermale.

— — Les agents chimiques de la médication thermale et ceux de l'alimentation.

— Ferras. — La poussée thermale est-elle nuisible?

— — De la poussée et fièvre thermale.

(1) Nous signalons dans cet index, quelques travaux de thérapeutique, qui ne sont pas de notre compétence et qui pourraient servir à compléter notre étude.

— Sénac-Lagrange. —Classification des eaux minérales, leurs propriétés thérapeutiques.

1895 Larauza. — Les applications locales de boues de Dax.

1894-95 Bouloumié. — Maladies des femmes.

1893-94 Caulet. — Les sources d'indications différentielles des eaux dans le traitement des femmes.

Barthe de Sandfort. — Dax thermal et pittoresque.

Bonnans. — Eaux minérales de l'Ariège. Thèse de Paris 1882-83.

Blondin. — Etude médicale sur les eaux d'Ussat-les-Bains.

Bordes-Pagès. —Rapport sur l'histoire et les propriétés des eaux thermales d'Aulus.

Cambours. — Capvern. Thèse de Paris, 1889-90.

Camparan. — Les eaux d'Encausse. Thèse de Paris, 1857.

Cascua. — Bagnères-de-Bigorre. Eau de Salut. Thèse de Paris, 1877.

Caulet. — Du traitement thermal pendant la grossesse. Annales de la Société d'hydrologie, 1882-83.

Congrès international d'hydrologie et de climatologie 1886.

— Alricq. — Eaux d'Aulus dans l'eczéma constitutionnel :

— Barthe de Sandfort. — Climatologie de Dax.

— — Clinique des Thermes de Dax.

— Bordes-Pagès. — Mêmes eaux minérales dans la cure de maladies diverses.

— Certes et Garrigou. — Micro-organismes dans les eaux de Luchon.

— Chiminelli. — Effets sédatifs dans les eaux minérales et l'hydrothérapie.

— Chopinet. Climat de Saint-Gaudens.

— Daudirac. — De l'électricité dans les eaux minérales.

— — Rôle de l'azote dans les eaux minérales.

— De Lagarde. — Arsenic à Bagnères-de-Bigorre.

— De Ranse. — Des cures hâtives aux eaux indéterminées.

— Dejeanne. — Bains prolongés à Bagnères-de-Bigorre.

— Gandy. — Sur le climat de Bagnères-de-Bigorre.

— Garrigou. — Conférence sur la géologie et l'hydrologie des Pyrénées.

— Communication sur les thermes de Bagnères-de-Bigorre.

— — — d'Ussat.

— — — de Capvern.

— Juanchuto. — Etude sur la climatologie de Cambo.
— — Contribution à l'étude des eaux de Cambo.
— Lamm (Axel). — Des bains de boues minérales,
— Schrader. — Les Pyrénées.
— Vaysse. — Communication faite à Rennes-les-Bains.
Darroze. — Les boues végéto-minérales thermales et les eaux minérales de Préchacq-les-Bains.
Delfau. — Capvern.
— Etude sur Capvern. *Bulletin Médical*, 4 mars 1899.
Delmas et Larauza. — Dax. Annales de la Société d'hydrologie, 1871.
Dictionnaire des eaux minérales.
Dujardin-Beaumetz. — Dictionnaire de thérapeutique.
Fabre. — Eaux de Capvern. Thèse de Paris, 1882-83.
Filhol. — Eaux minérales des Pyrénées.
Filhol et Sentein. — Bains d'Audinac.
François. — Notice sur les bains d'Audinac.
Fréjacques. — Note sur les eaux de Campagne.
Forment. — Eaux purgatives de Barbazan.
Fontan. — Recherches sur les eaux minérales.
Garrigou. — Synthèse hydrologique, Thérapeutique et clinique thermale.
— L'avenir des eaux minérales du Midi.
— Généralités hydrologiques.
— Généralités sur les eaux thermo-minérales.
— Les stations thermales des Pyrénées.
— Coup-d'œil général sur les stations thermales et les sanatoria des Pyrénées.
— Excursion géologique et hydrologique dans l'Ariège.
— Etude chimique de la station de Cambo.
— Etude géologique et chimique des eaux de Capvern.
— Nouvelle analyse de la source des Trois-Césars.
— Etude sur la source de la Nehe.
— Recherches inédites.
Gandy. — Bagnères-de-Bigorre. *Bulletin Médical*, 14 juin 1899.
Jacquot et Willm. — Les eaux minérales de la France.
Juanchuto. — Cambo-les-Bains. *Bulletin Médical*, 26 avril 1899.
Lambron. — Les Pyrénées et Bagnères de-Luchon.
Lavielle. — Dax. *Bulletin médical*, 28 juin 1899.
Poisson. — Analyse de l'eau minérale de Tulle-Haut (Thil).
Ourgaud. — Précis sur les eaux minérales d'Ussat.

Regi. — Notice sur les sources de Siradan.

Robin (Albert). Traité de thérapeutique appliquée.

— Les fausses uterines et hydrologie gynécologique. Bulletin général de thérapeutique, 1899.

Rotureau. — Articles *in* Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.

Sentein. — Notice sur les sources d'Audinac.

Ticier. — Capvern.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Les eaux sulfatées des Pyrénées françaises 9
Altitude 11
Climat 12
Hygiène 15
Géologie et gisement 16
Captage des eaux 23
Géologie des diverses régions de sources sulfatées 25
Composition chimique 49
Propriétés physiques 67
Thermalité 68
Electricité 70
Bactériologie 73
Exploitation 74
Indication thérapeutique des principes contenus dans les eaux sulfatées 80
Action des eaux sulfatées 84
Indication des principales stations sulfatées 96
Cambo 11-13-25-56-74-96
Bagnères-de-Bigorre 11-12 26-57-74-97
Capvern 11-14-28-58-75-98
Labarthe de-Neste 11-30-75-99
Labarthe-de Rivière 11-30-75-100
Encausse 11-14-31-60-76-100
Barbazan 11-14-32-59-76-100
Siradan 11-14-33-59-76-101
Audinac 11-14-41-77-102
Aulus 11-14-39-60-77-102
Ussat 11-15-34-61-76-103
Ginolles 11-15-42-77-103

Campagne..... 11-15-42-104
Rennes-les-Bains..... 11-15-42-62-77-104
Foncirgue..... 11-15-43-63-78-104
Dax..... 11-13-44-64-66-78-105
Préchacq..... 11-14-45 65-67 78-106
Barbotan..... 11-15-46-65-79-106
Thil..... 11-15-47-66-79-107
Résumé..... 108
Bibliographie..... 110

Toulouse. — Imprimerie Lagarde et Sebille, rue Romiguières, 2